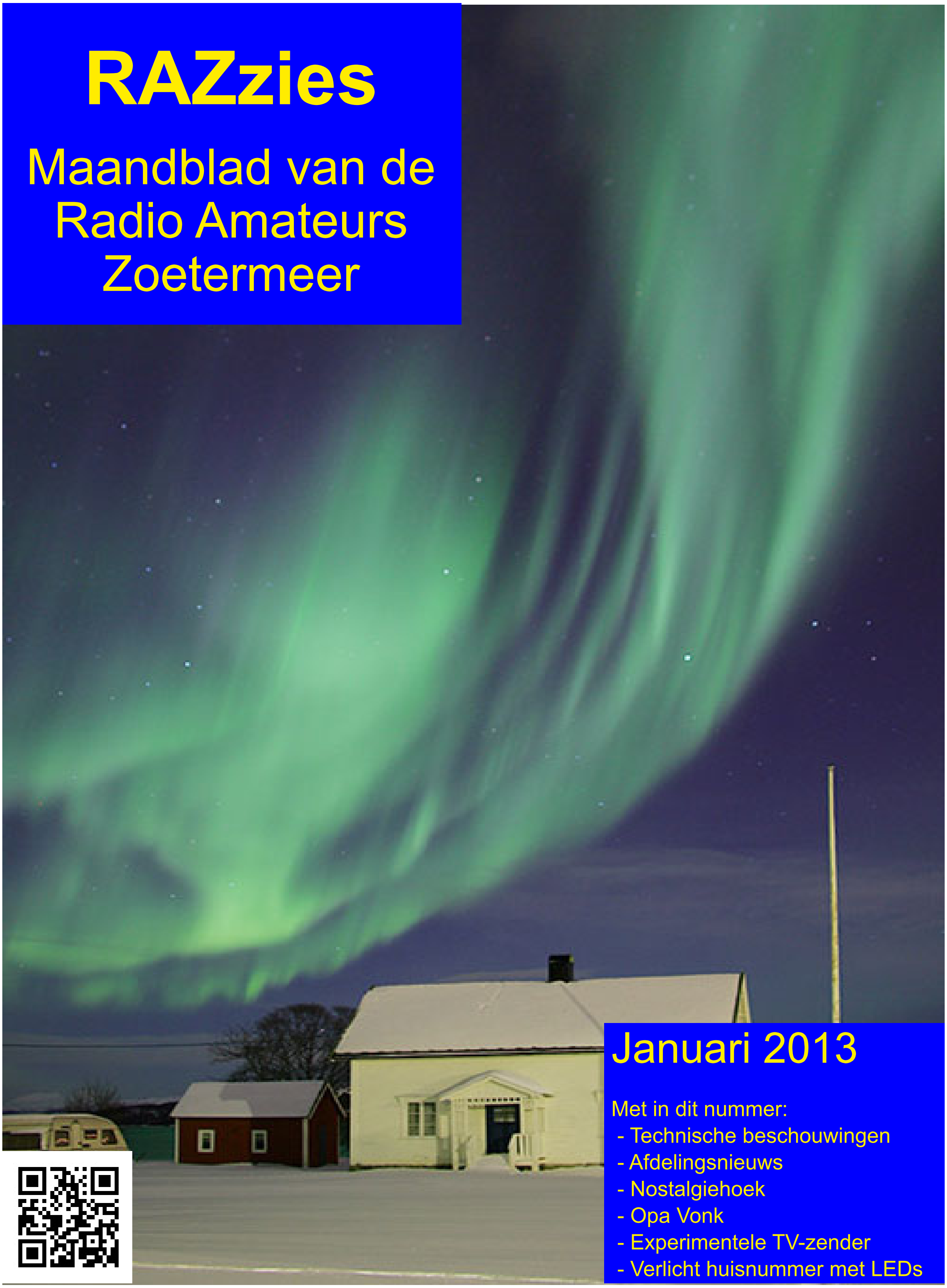
RAZzies

Maandblad van de Radio Amateurs Zoetermeer



Januari 2013

Met in dit nummer:
- Technische beschouwingen
- Afdelingsnieuws
- Nostalgiehoek
- Opa Vonk
- Experimentele TV-zender
- Verlicht huisnummer met LEDs

Colofon

RAZzies is een uitgave van de Radio Amateurs Zoetermeer. Bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer vinden plaats op elke tweede en vierde woensdag van de maanden september - juni om 20:00 uur in het clubhuis van de Midgetgolfclub Zoetermeer in het Vernède sportpark in Zoetermeer.

Website:

http://www.pi4raz.nl

Redactie:

Frank Waarsenburg
PA3CNO
pa3cno@pi4raz.nl

Informatie:

info@pi4raz.nl

Kopij en op- of aanmerkingen kunnen verstuurd worden naar razzies@pi4raz.nl

Nieuwsbrief:

http://pi4raz.nl/maillist/subscribe.php

Van de redactie

Een nieuw jaar staat te beginnen. Inmiddels is er een heel jaar RAZzies volgemaakt, en dat was een hele bevalling. Onderwerpen zoeken, bewerken, vaak ook nabouwen, eventueel vertalen en dan hapklaar opdienen. Elke maand als de nieuwe RAZzies klaar is, is er een dag van opluchting. En daarna beginnen de voorbereidingen alweer voor de volgende uitgave. Gelukkig zijn er soms ook andere amateurs die iets aanleveren, waardoor er weer wat lucht is om 's-avonds met wat anders bezig te zijn dan met het schrijven. Bij deze dan ook het verzoek: heb je iets waar je over wil schrijven, stuur het mij! Ook al ben je geen schrijver, er is altijd een mooi artikel van te maken.

Dan ons project: de PSK transceiver kit. Een overweldigende belangstelling vanuit heel Nederland zorgt voor een respectabel aantal van 44 bestellingen op de sluitingsdatum. Dat betekent dat we vol aan de bak moeten om de duizenden componenten die daarvoor nodig zijn, in de juiste zakjes te stoppen. Eind van de maand moeten alle bestellingen de deur uit, zodat we in februari kunnen beginnen met de bouw. Daarnaast moet de bouwhandleiding nog geschreven worden, wat ook nog een klus op zich is. Maar wel geweldig leuk om te doen. Tegen die tijd openen we ook weer een topic op het forum zodat bouwers die niet in staat zijn om de clubavonden te bezoeken, via dat medium van advies en aanwijzingen voorzien kunnen worden. Wij kunnen niet wachten tot het zover is...

En dan een sneak preview: het volgende project staat ook alweer op stapel. Een low-cost lineair van 160-10m met een uitgangsvermogen van tussen de 60 (160m) en 20 (10m) Watt, in hetzelfde handzame kastje als waar de PSK transceiver in komt. Ingangsvermogen rond de 1W. Perfect om je PSK transceiver meer body te geven, of dat andere QRP zendertje waar maar een paar Watt uitkomt. Stay tuned...

Een woord van de voorzitter

Op het wisselpunt van het afgelopen jaar en het komende jaar is het gebruikelijk om terug te kijken en een poging te doen om vooruit te kijken. Zo ook bij deze. Afgelopen jaar heeft zich voor de afdeling A64 of te wel de RAZ gedragen als een stabiel jaar met enige groei in de bezoekersaantallen van de afdelingsavonden. Het ledental fluctueerde enigszins maar bleef constant. De economische invloeden waren hier in ieder geval niet terug te herleiden. Wat de activiteiten van het afgelopen jaar betreft was het een druk jaar: in het eerste begin van het jaar is de DX-expeditie naar Luxemburg een succes te noemen, alhoewel het aantal gewerkte stations als beperkt mag worden genoemd. Echter het technische deel, de bouw van de diverse apparatuur, het experimenteren met de end-Fed waren zeker van een topscore.

Daarnaast mogen wij ons gelukkig prijzen met de groep die vol enthousiasme zich bezig houdt met het ontwikkelen, verbeteren en aanmoedigen

tot doen van experimenten in het segment Zelfbouw.

Proficiat OM's het lukt jullie toch steeds om na lange avonden van volharding de diverse producten weer werkend en functioneel te presenteren. En dat succes straalt ook af naar de andere leden zowel binnen als buiten onze afdeling. Daarnaast mogen wij de webmaster/redacteur van onze website toch zeker wel even in het zonnetje plaatsen, die naast zijn QRL het toch maar steeds flikt om zijn mede OM's uit te dagen tot het leveren van een bijdrage in de diverse projecten. Dit geeft de samenwerking in onze afdeling een bijzonder accent.

Voor het komende jaar staat er weer een DX-expeditie op de agenda, dit keer naar een nog meer heuvelachtig gebied: Liechtenstein. Het team is momenteel druk met het opstellen van de planning voor wat er daar allemaal uitgeprobeerd dient te worden. De verwachting is dat er daar nieuwe ervaringen zullen worden opgedaan die hier niet voorhanden zijn. Wij kijken met belangstelling al uit naar het reisverslag.

De plannen voor de rest van het komende jaar zijn nog niet zo concreet, maar daar wordt wel over nagedacht. Wij staan als afdeling open voor ideeën vanuit de leden, want soms hebben wij er geen idee van waar men weleens mee tobt en kan zo'n probleempje door communicatie daarover tot een oplossing leiden. Want ja, de hobby is natuurlijk niet alleen maar techniek er is ook nog een menselijke kant en dat is die van de ontmoeting. Kom gerust naar onze afdelingsavonden waar wij met elkaar kunnen praten over de dingen van alledag rondom het avontuur van de radiotechniek.

Ik wil hierbij namens het bestuur van de afdeling U en de Uwen een gezond en voorspoedig Nieuwjaar wensen en hoop u in het komende jaar welkom te mogen wensen in het clubgebouw of elders ergens op een van de vele banden die wij mogen gebruiken in de alom aanwezige ether.

73 de Piet, PE1FLO

Voorzitter afdeling A64.

Technische beschouwingen: Aardes en aardlussen

We pikken nog wel eens wat signalen op over problemen met HF-aarding. HF-aarding? Jawel. De meesten van ons hebben wel een aardsysteem dat prima voldoet als DC-aarde. Helaas is een goed DC aardsysteem niet altijd voldoende als HF aardsysteem. Het kan zelfs zo zijn, dat je helemaal geen aarde hebt.

Helemaal geen aarde? Jazeker. Er zijn situaties waarbij je aarde je zelfs helemaal van de aarde afsluit. Klinkt wat cryptisch, maar de reden ligt in het fundamentele verschil tussen DC en HF systemen.

Voor de duidelijkheid verklaren we hier twee belangrijke begrippen:

IMPEDANTIE

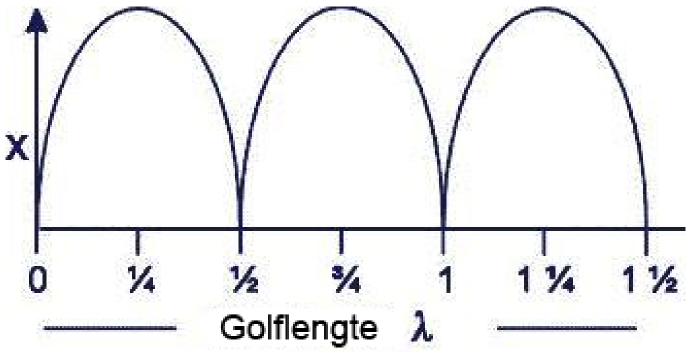
De totale weerstand (gelijkstroomweerstand en reactantie) dat een schakeling biedt tegen wisselstroom. Impedantie wordt gemeten in Ohm. Het symbool voor impedantie is Z.

REACTANTIE

Weergegeven door de letter X, geeft het de pure wisselstroomweerstand weer. Capacitieve reactantie (X_C) is de weerstand die een condensator heeft en inductieve reactantie (X_L) is de weerstand van een spoel of andere zelfinductie. Beiden worden gemeten in Ohm.

Elke draad heeft een zelfinductie en daarom ook een inductieve weerstand. Hoe langer de draad, hoe hoger de inductieve weerstand en hoe meer deze een HF stroom tegenwerkt. Hoe dikker de draad, des te lager de weerstand voor HF stromen. Dat effect lijkt op het gedrag voor de DC weerstand van een draad. Hoe langer de draad, des te hoger de DC weerstand zal zijn. Hoe dikker de draad is, des te lager de DC weerstand voor dezelfde draadlengte zal zijn. Er is echter een belangrijke 'maar' in dit

verhaal. Om te beginnen reist HF alleen aan het oppervlak van een geleider. De oppervlakte is hier dus de belangrijke parameter, niet de diameter of dikte van de geleider. Een ander belangrijk verschil tussen DC en HF stromen heeft te maken met de golflengte. De golflengte van een DC stroom is oneindig lang. Dat is niet het geval bij RF. Meet je de X_L (inductieve weerstand) over de lengte van een draad, dan varieert de grootte van X_L (de wisselstroomweerstand) van heel laag tot heel hoog. Die afwisseling treedt op in perioden die een directe relatie hebben tot de lengte van de draad en de frequentie. De DC weerstand heeft geen cyclus. De weerstand neemt gewoon lineair toe met de lengte van de draad.
Bij het meten van X_L blijkt dat de waarde heel hoog is als de lengte van de draad ongeveer een kwart golflengte lang is. Bij een lengte van een halve golf is de X_L weer terug op een lage waarde.



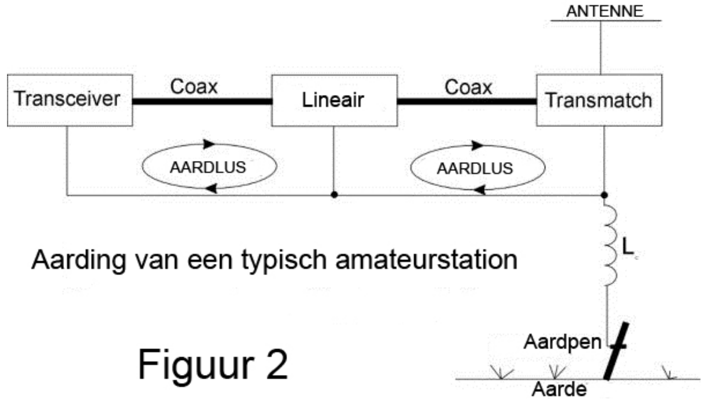
Figuur 1
Reactantie vs Golflengte

De lengte van de draad hoeft niet eens zo lang te zijn om dit effect vast te kunnen stellen. Bij 28 MHz bijvoorbeeld is 2,5 meter draad al ongeveer een kwart golflengte lang. Gebruik je dus 2,5 meter draad om je 10 meter set te aarden, dan voorkomt de aarddraad dat er HF energie naar aarde kan afvloeien. **Feitelijk is er dus geen aarde!**

Waarom? Zoals je in de figuur kunt zien, is de impedantie van een stuk draad van een kwart golflengte lang zeer hoog en dat belemmert de HF stroom om naar aarde af te vloeien.

Op andere banden, waar de lengte van de draad niet een oneven veelvoud van een kwart golflengte is, heeft de inductieve reactantie (weerstand) een wat meer gematigde waarde.

Hoge HF spanningen



Figuur 2

Figuur 2 toont het aardingsschema van een typisch amateurstation. Er loopt een dikke aardstrip achter de apparatuur langs. Die is aan één kant verbonden met het aardsysteem, bijvoorbeeld een pen in de grond, via een dikke koperdraad van ca. 3,5m lengte. De aardaansluiting van elk apparaat gaat direct naar de dikke aardstrip die achter de apparaten doorloopt. De antenne is een met kippenladder gevoede 80 meter dipool die op alle banden gebruikt wordt. De kippenladder is direct aangesloten op de gebalanceerde uitgang van de transmatch. De kippenladder is ongeveer 20 meter lang en gaat direct naar de antenne, maar loopt heel dicht langs een metalen dakgoot. Zo’n soort station zou zonder problemen moeten kunnen werken. Helaas heeft dit station wat problemen op de hogere HF-banden. Er is wat HF feedback waardoor het zendsignaal vervormt en er zijn wat TVI en RFI problemen. Wat kan er mis zijn?

Als we tunen op 20 meter, wordt de 80 meter dipool een 20 meter, in het midden gevoede, twee volledige golflengten lange antenne. De impedantie in het voedingspunt is dan rond 4500 Ohm. De lengte van de kippenladder is ongeveer een hele golflengte. De karakteristiek van een transmissielijn is, dat deze zijn belasting elke halve golflengte dupliceert. Daardoor wordt de zeer hoge voedingspunt-impedantie 1 op 1

doorgezet naar de aansluitingen van de transmatch. Voordat de kippenladder bij de transmatch aankomt, loopt deze echter nog dicht langs de dakgoot. Daardoor wordt de balans van de voedingslijn verstoord en die begint te stralen op dat punt. De transmatch gebruikt een spannings-type balun om een gebalanceerde uitgang te maken. Baluns werken niet lekker in schakelingen met hoge impedantie, en spannings-type baluns in het bijzonder presteren beroerd in dat soort situaties. Bij een hoge impedantie gaat de kern van de balun al gauw in de verzadiging, zelfs bij niet al te hoge vermogens. Daarnaast is de balancering belabberd. Spannings-type baluns geven de beste balancering als ze aangepaste belastingen voeden. Dit alles draagt bij tot extra straling door de kippenladder.

In dit voorbeeld zien we verschillende problemen, die elkaar ook nog eens versterken. Allereerst hebben we allerlei aardproblemen, maar daarnaast zitten we nog eens met een transmatch balun die in de verzadiging gaat en een hoop harmonischen produceert. Er treedt vervorming van het zendsignaal op omdat de balun niet meer in zijn lineaire gebied werkt. De kippenlader is niet gebalanceerd en dus straalt die energie uit en de apparatuur in de zendopstelling wordt onderdeel van het antennesysteem. Overal op de apparatuur staat HF. De microfoon schroeit een ruitjespatroon in je lippen. Je computer crasht. De packet TNC praat niet meer tegen je, net als de XYL, maar dat maakt allemaal niets meer uit omdat je voeding zichzelf uitschakelt en je uit de lucht valt. Overdreven? Helaas niet. Dit is een waargebeurd verhaal en het is nog niet ten einde.

Hoog boven de aarde

De aardverbinding is ongeveer 3,5m lang. Op 15 meter is dit bijna precies 1/4 golflengte. Zoals we hiervoor schreven, is een stuk coax met een lengte van 1/4 golflengte een impedantie converter. Het ene eind heeft een lage impedantie, dus heeft het andere eind een hoge impedantie voor wat betreft de aangesloten schakeling. In andere woorden: de aardverbinding is vrijwel nul aan de kant van de wereld, maar door de impedantie-omzetting “ziet” het zendstation een zeer hoge impedantie aan de kant van de aardverbinding. Feitelijk ligt de apparatuur dus niet aan aarde, zie ook figuur 1.

Op 20 meter is de 3,5m aardverbinding nog altijd 0,17 golflengten lang. Kijken we naar figuur 1 en interpoleren we tussen nul en 1/4 golflengte, dan is de inductieve reactantie van de aardverbinding nog altijd vrij hoog. Voor de zender ziet de aarddraad er uit als een inductieve reactantie in serie met de weerstand van de aarddraad. Dat wordt in figuur 2 weergegeven als spoel LS. De weerstand van de draad laten we even buiten beschouwing.

Zonder verder op de details in te gaan, mogen we wel zeggen dat het beter zou zijn als het station een directe, laagohmige verbinding met de aarde zou hebben. Dat is in dit voorbeeld niet het geval. De verbinding naar aarde heeft een hoge impedantie op de hogere banden. Feitelijk zijn er alternatieve aardverbindingen beschikbaar voor het station. Die geven een lagere impedantie naar aarde of dienen als tegencapaciteit. Helaas is één van die aardverbindingen de weg via de lichtnet draden op de plek van de zender. HF, op zoek naar aarde, kan door diverse apparaten lopen die een stuk beter zouden werken als die geïsoleerd van de zender waren…

Als gevolg van de inductieve reactantie van het aardsystem, ligt geen van de apparaten van het zendstation effectief aan aarde op de hogere HF banden. Als er HF spanning op de aarde staat, staat dat dus op het hele zendstation. Dus ligt het aardniveau volten boven de echte aarde. Allerlei soorten RFI problemen kunnen de kop opsteken, zoals HF feedback in de microfoon, computers, voedingen, etc.

Apparaten met halfgeleiders zijn in het bijzonder gevoelig voor aardproblemen. Elk apparaat in figuur 1 is op twee manieren met de massa verbonden: via de aardstrip en de coaxkabel die de

apparaten met elkaar verbindt. De twee paden vormen een aardlus, zoals in figuur 1 te zien is. Aangezien er een heleboel versterking zit tussen de millivolts van de microfooningang van de zender en de kilovolts aan de uitgang van de lineair, kunnen aardlussen een groot probleem vormen. En dat wordt nog erger als de aarding niet effectief is en het hele station boven de aarde “zweeft”. Het verhelpen van aardlussen kan de oplossing zijn van al lang spelende RFI problemen.

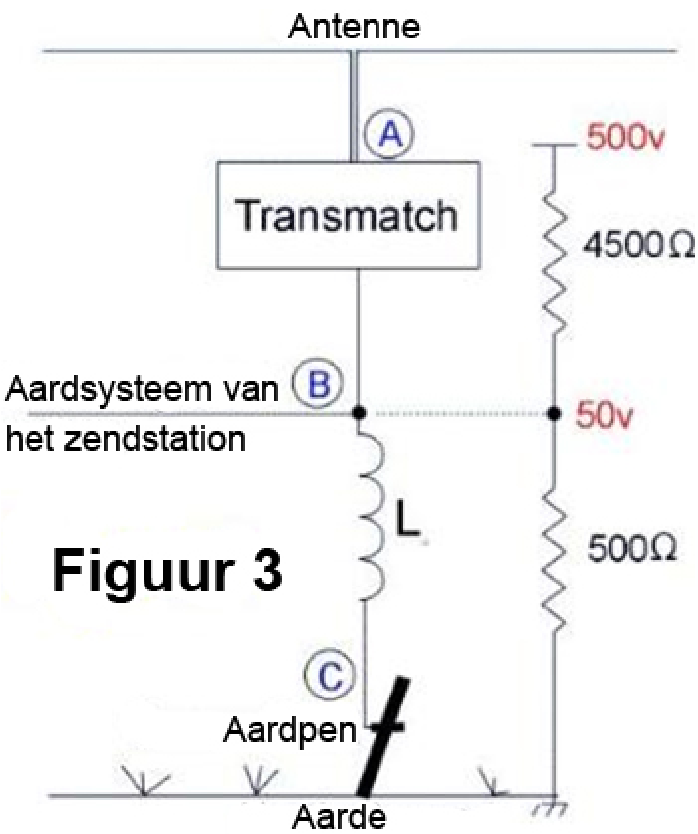
De schokkende feiten

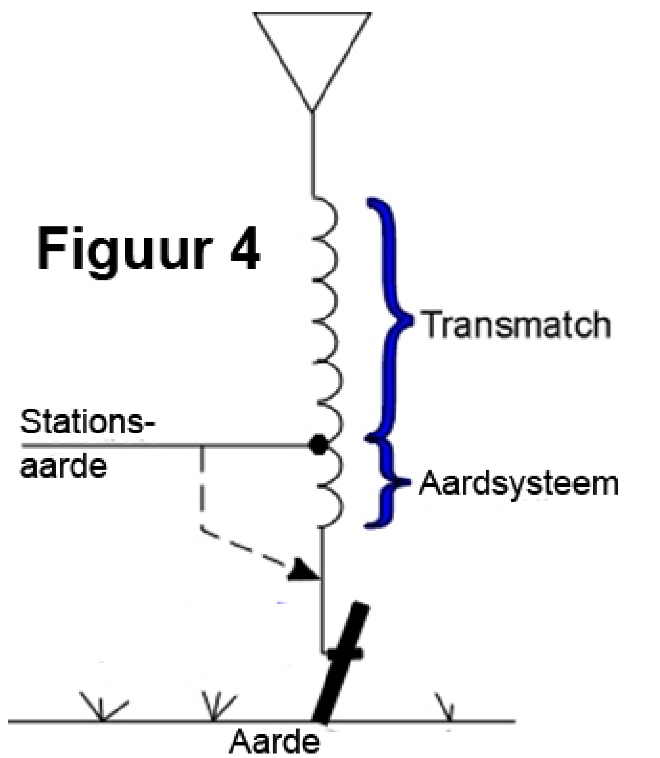
Heb je wel eens uitgerekend wat de spanning over een 4500 ohm weerstand is bij 1,5 kW? Iets meer dan een paar Volt. Het is een paar duizend Volt. Niet gebalanceerd, en op zoek naar een pad om te volgen. Zoals we aangaven in de vorige paragraaf, wordt de impedantie in het voedingspunt van de antenne met de bijbehorende HF spanning direct overgezet op de aansluitingen van de transmatch. Er staat een paar duizend volt HF op een metertje afstand van je apparatuur, en voor HF is het station ook nog eens slecht geaard.

Zonder in lastige formules te vervallen, zullen we deze situatie eens schetsen als een eenvoudige serieschakeling. In figuur 3 zie je de antenne, transmatch en aardsysteem voorgesteld als een simpele spanningsdeler. Dat maakt wat makkelijker zichtbaar wat er gebeurt met de aardaansluiting in de shack.

Laten we beginnen met aan te nemen dat op punt 'A' op de transmatch 500 volt staat. In werkelijkheid is dat een hoop meer. De impedantie op de uitgang van de transmatch is 4500 ohm en de reactantie van het aardsysteem is 500 ohm. Die waarde is niet berekend; de 500 ohm dient ter illustratie.

Als we de zaak even vereenvoudigen, hebben we een weerstand van 4500 ohm in serie met een weerstand van 500 ohm. Het aardsysteem zit op het knooppunt van die twee weerstanden. In dit voorbeeld wordt het aardsysteem van het station opgetild als er 500 volt op de transmatch staat. De spanning is dan ongeveer 50 volt. Effectief krijgen alle aangesloten systemen 50 volt HF toegevoerd via hun aardaansluitingen. **Dat is alsof je 50 volt input signaal toevoert met de ingangscircuits op aardniveau.**





Een andere manier om tegen dit probleem aan te kijken, is door de antenne en het aardsysteem voor te stellen als één grote spoel die de inductieve reactanties van het aardsysteem en de transmatch voorstelt. De antenne bevindt zich aan het ene eind van de spoel, en de aarde aan het andere eind. Wij zitten op een aftakking op een aantal windingen vanaf de koude kant. De enige manier om HF buiten je station te houden, is door de aftakking dichter bij aarde te krijgen. Hoe hoger de impedantie van het aardsysteem, hoe hoger de aftakking op de spoel eigenlijk is.

De praktijk is natuurlijk niet zo eenvoudig als hier voorgesteld. De getallen zijn slechts voorbeelden, maar ze zijn niet ver van de praktijk. De HF spanning op de aarde van een station kan echt hoge niveau's bereiken in sommige gevallen. Er zijn verhalen bekend van amateurs die behoorlijke brandwonden hadden, en vonken van de microfoon af zagen komen en van chassis en aardaansluitingen. Het is duidelijk dat er bij dit soort spanningen behoorlijke problemen zijn, maar wat gebeurt er als er maar een paar volt spanning op het systeem staat? Dan ben je je er wellicht niet van bewust dat die spanning er staat, maar met halfgeleiderapparatuur kunnen er nog steeds problemen zijn.

Symptomen

Er zijn een paar symptomen die aanwijzingen vormen voor aardproblemen. Duidelijke aanwijzingen zijn een prikkelende microfoon of tintelende vingers bij het aanraken van metal tijdens zenden. Een minder duidelijk symptoom is vervorming van de modulatie als gevolg van HF feedback. Ook RFI en TVI kunnen vaak herleid worden tot aardproblemen. Hier zijn een paar symptomen die wijzen in de richting van aardproblemen:
(1) Twee SWR meters, één in je transceiver en de tweede in de transmatch, die het grondig met elkaar oneens zijn. Er vanuit gaande dat beide meters in orde zijn natuurlijk.
(2) Een verandering in de SWR aanwijzing als je de aardleiding tijdelijk even losmaakt van de apparatuur.
(3) Een verandering in de SWR aanwijzing nadat je 1/4 golflengte tegencapaciteit parallel aan je aardsysteem gezet hebt. Hoe je een tegencapaciteit maakt, bespreken we verderop in dit artikel.
(4) Verschillende SWR aanwijzingen of verschillende stoorniveau's als je twee verschillende transceivers gebruikt.
(5) Toevoeging van een Line Isolator aan de uitgang van je transceiver verandert de sturing naar je lineair, verandert meter aanwijzingen, zorgt ervoor dat je de settings van je transmatch aan moet passen of geeft verschillende SWR aanwijzingen op óf de wattmeter van de transceiver, óf de wattmeter van de lineair.

Geeft één van deze testen aan dat er een aard(lus)probleem is, dan zijn er een paar dingen die je kunt doen. Het verhelpen van een aardprobleem kan zowel bestaande als potentiële RFI problemen oplossen.
Gelukkig hebben we in de meeste gevallen geen ernstige problemen met ons aardsysteem, maar er kunnen wat onontdekte symptomen aanwezig zijn.

De oplossing

Het vinden van aardingsproblemen is vaak een moeizaam proces. Een stap-voor-stap benadering van het probleem levert meestal de beste resultaten op. Hier is een procedure die je zou kunnen volgen als je denkt dat je aardingsproblemen hebt:

Voor deze procedure heb je een aantal (4 to 8) ontstoorkernen nodig, zoals de MFJ-701 kernen (er zitten er 4 in een verpakking). Die zijn te krijgen bij b.v. Classic International[1]. Na iedere stap moet je de zender weer inschakelen en kijken of de problemen verdwenen zijn. Zolang de problemen niet verdwenen zijn, ga je verder met de volgende stap.

[ ] Maak tijdelijk alle aardverbindingen naar de apparatuur los. Pas wel op dat je geen opdonder

krijgt: sommige netfilters vormen een spanningsdeler en zetten aldus 110V op de chassis. En dat kietelt aardig als je tegelijkertijd de centrale verwarming vastpakt.
[ ] Maak alle verbindingen met ondersteunende apparaten los (computers etc).
[ ] Leg alleen de antennetuner of transmatch aan (rand)aarde.
[ ] Draai de coax die van de transceiver naar de lineair of tuner gaat, door een MFJ-701 kern volgens de bijgevoegde instructies.
[ ] Plaats een MFJ-701 in de coax aan de uitgang van de lineair (mits aanwezig, natuurlijk).
[ ] Is de antenne coax-gevoed, draai dan ook die coax om een MFJ-701 kern.
I**s je antenne een eindgevoede draad,** of met een kippenladder gevoed, dan kan het onmogelijk blijken om HF uit de shack te houden. In geen geval die draden om een MFJ-701 kern wikkelen.
[ ] Haal alle netsnoeren naar alle apparaten door een MFJ-701 kern.
Noteer de effecten van de volgende stappen. Let vooral op veranderingen in de RFI problemen na elke stap.
[ ] Sluit alle hulpapparatuur weer aan
[ ] Sluit de microfoon weer aan
[ ] Sluit alle besturingskabels weer aan (CAT, USB, RS232 etc).
Verergert het probleem, gebruik dan een MFJ-701 kern en draai de probleemkabel om de kern.
[ ] Sluit het aardsysteem weer aan, waarbij elk apparaat verbonden wordt met een enkel, centraal aardpunt. Gebruik je een transmatch, dan is dat het central aardpunt.
Nadat je deze stappen uitgevoerd hebt, moet er een merkbare verbetering zijn in de eerdere symptomen. Zoniet, dan is het probleem dusdanig ernstig dat je de aanbevelingen van een van de RFI handboeken moet volgen die op internet verkrijgbaar zijn (b.v. bij RADIO WORKS[2]).
[ ] Verwijder één voor één de MFJ-701 kernen, waarbij je er op moet letten dat de problemen niet terugkomen. Daarmee kan je de bron van de problemen vaststellen.
Zie je veranderingen bij het aansluiten van het aardsysteem, volg dan de aanbevelingen voor de installatie van een effectief HF aardsysteem zoals verderop beschreven.
Helpt het plaatsen van MFJ kernen in een van de coax kabels dat de transceiver met lineair en/of transmatch verbindt, installeer dan LINE ISOLATORS in plaats van de MFJ-701 kernen. LINE ISOLATORS zijn veel effectiever dan de MFJ-701. MFJ levert ze als type 915, maar ook RADIO WORKS levert ze onder typenummer T-4.
Helpt het plaatsen van MFJ kernen op één of meer besturings- verbindings- of lichtnetkabels, laat de MFJ-701 kern dan permanent in die kabel zitten.
In de meeste opstellingen is het wel een goed idee om LINE ISOLATORS te plaatsen, zelfs als er geen duidelijke aanwijzingen zijn voor aardproblemen. 4K-LI en T-4 LINE ISOLATORS zijn heel effectief in het voorkomen van RFI.

HF stations-aarde

De aarde in de shack moet zowel voor DC als HF een effectieve aarding verzorgen. Een effectieve DC aarde maken is niet het probleem, maar een effectieve HF aarde maken vereist wel enige planning. Een aardsysteem moet over het algemeen aan de volgende voorwaarden voldoen:
(1) De aardverbinding moet zo kort mogelijk zijn, bij voorkeur veel korter dan een kwart golf op de hoogste band die je wilt gebruiken.
(2) De aardverbinding moet dik zijn. Effectief is bijvoorbeeld de buitenmantel van een stuk RG-213. Of gebruik 5cm breed gevlochten koperband.
(3) Verbindt deze korte, dikke aarddraad met je aardelektrode of radialennet.
(4) Gebruik meerdere lengte aarddraden parallel, die elk verbonden worden met een aparte aardelektrode. Daarmee heb je meerdere parallelle wegen naar aarde.

Oplossingen

Wat is er aan te doen? Een heleboel, maar alle

oplossingen en bijbehorende details kunnen een RAZzies op zichzelf vullen. Hier zijn een paar snelle oplossingen:

(1) Verlaag de impedantie van het aardsysteem.

a. Gebruik meerdere paden naar aarde
b. Installeer een radialen net
c. Gebruik dikkere massakabel of gevlochten koper
d. Maak de aardaansluiting korter (b.v. de zolder en de huiskamer wisselen, HI)
e. Installeer tegencapaciteiten
f. Verzeker je ervan dat het aardsysteem niet in resonantie is op een of andere band.
g. Gebruik een MFJ-931 kunstmatige aarde.
h. Verhelp aardlussen met Line Isolators

(2) Verminder het niveau van de HF spanning op het aardsysteem:

a. Verbeter de installatie van de kippenladder om ‘m gebalanceerd te houden.
b. Wijzig de lengte van de voedingslijn. Gebruik geen voedingslijnen die rond 1/4 golflengte lang zijn.

(3) Verander het antenne systeem

a. Gesloten loops – De impedantie daarvan blijft veel lager dan van open antennes en loops die op meerdere banden werken.
b. Gebruik trap antennes voor multiband toepassingen.
c. De CAROLINA WINDOM™, CAROLINA BEAM™, CAROLINA WINDOM SHORT™ en SuperLoop™ zijn high performance, multiband antennes die impedantieuitwassen onder controle houden en een lage SWR op de voedingslijn hebben.

Natuurlijk hoeven daarmee niet alle problemen ook opgelost te zijn. In het voorbeeld werd de antenne vervangen door een CAROLINA WINDOM™, werd het aardsysteem verbeterd en daarmee verween 99% van de problemen. Maar er bleven een paar potentiële problemen. Je hoeft niet eens te weten dat je een probleem hebt tot je accessoires installeert, zoals een packet TNC en een computer .

Onmogelijke situaties

Er zijn omstandigheden waarbij een HF aarde gewoonweg onmogelijk is met conventionele technieken. Een stuk koperpijp in de grond rammen en dan 8-10m draad naar de shack leiden, hoe dik de draad ook is, gaat gewoon niet werken. De lengte van de draad is veel te lang. Maar er zijn alternatieven.

Kan je niet dicht genoeg bij de aarde komen en zo een heel korte draad gebruiken voor de installatie van een fatsoenlijk aardsysteem, probeer dan een tegencapaciteit. Een tegencapaciteit is wat verticale antennes, hoog in de mast, gebruiken als effectief aardsysteem.

In zijn eenvoudigste uitvoering is een tegencapaciteit een enkel stuk draad van een kwart golflengte (of iets meer) lang. Voor de beste resultaten gebruik je een aparte draad voor elke band. Wil je het helemaal zeker goed hebben, gebruik dan twee of meer draden in verschillende richtingen voor het maken van je tegencapaciteit. De draden mogen dicht bij elkaar liggen, maar wel geïsoleerd van elkaar, en kunnen op een geschikte manier door een kamer gespannen worden (langs plinten of dakspanten bijvoorbeeld).

Tegencapaciteit lengtes

160 meter: 37,5 – 41,5 meter
80 meter: 19,8 – 21,3 meter
40 meter: 10,5 meter
30 meter: 7,4 meter
20 meter: 5,3 meter
17 meter: 4,1 meter
15 meter: 3,5 meter
12 meter: 3 meter
10 meter: 2.6 meter

Zoals je ziet aan deze tabel, kan de lengte van een tegencapaciteit op de lage banden aardig oplopen. Waar laat je 20 meter draad? Alvorens daar antwoord op te geven, laten we eens kijken naar wat voorstellen voor het maken van een tegencapaciteit voor meerdere banden.

Een multiband tegencapaciteit bestaat uit diverse aparte draden, die elk voor een bepaalde band op lengte gemaakt zijn. Voor sommige banden die een oneven harmonische zijn van

een andere band, zou je de tegencapaciteit weg kunnen laten. 40 en 15 meter of 80 en 30 meter zijn voorbeelden hiervan.
Dan heb je de tegencapaciteit gemaakt, maar wat doe je er dan mee? Bij het installeren van je tegencapaciteit wil je dat natuurlijk het liefst onzichtbaar wegwerken. Je kunt ze onder het tapijt leggen, langs plinten, of uit het raam hangen. Er zijn verhalen bekend van amateurs die de deklaag van de vloer uithakten, de tegencapaciteit er in legden en weer dichtgoten. Het is dan wel handig om eerst te kijken of de tegencapaciteit goed werkt voordat je deze permanent installeert. Daarvoor moet je dat eerst meten, en misschien is tegencapaciteit niet eens nodig.

Testen van de tegencapaciteit

Schakel je zender in, maar sluit de tegencapaciteit nog niet aan. Je station moet nu de problemen hebben waarvoor je aan het maken van een tegencapaciteit begon: HF in de shack, vonken uit je microfoon, knipperende lampen op je apparatuur: het probleem moet er nog zijn. Kijk of de mate van ellende meetbaar is, zodat je kunt constateren of de tegencapaciteit verbetering geeft. Schrijf de SWR waarden op, anode- of collectorstroom van de eindtrap op de meter van de set. Noteer de ALC waarde.
Verbindt nu de tegencapaciteit en kijk of er wat verandert. Heb je geluk, dan verbetert de situatie. Merk op dat de tegencapaciteit wat te lang was. Is er een verbetering, kijk of je het nog verder kunt verbeteren door het uiteinde van de tegencapaciteit een stukje op te rollen (korter te maken). Speel zo wat met de lengte om de beste situatie te verkrijgen. En dat herhalen voor de andere banden.
Bij het afregelen van de tegencapaciteit is het belangrijk dat deze zo dicht mogelijk bij zijn uiteindelijke installatiepositie gepositioneerd is. Komt hij langs een plint te lopen, dan moet hij daar tijdens de test ook al liggen. Moet de tegencapaciteit onder een vloerkleed komen, test dan met de tegencapaciteit op het kleed. Niet alleen maakt de locatie van de tegencapaciteit uit voor de afstemming, maar je kunt meteen constateren of een bepaalde locatie het probleem verergert. In dat geval wil je de tegencapaciteit waarschijnlijk in een andere richting leggen.
Er zijn andere manieren om een tegencapaciteit af te regelen. Misschien hoef je je er helemaal niet druk over te maken. Gebruik je je tegencapaciteit alleen als voorzorgsmaatregel, dan is het afknippen van de draden op 1/4 golflengte een goed begin.
De beste manier om een tegencapaciteit af te regelen is met een MFJ-931. Koop of leen er een als je kunt. De MFJ-931 is een seriekring die bijna elke lengte draad in resonantie kan brengen als tegencapaciteit. Dat zorgt ervoor dat de aarde een heel lage impedantie vormt voor de set, ook al is de lengte niet optimaal. Met de MFJ-931 kan je waarschijnlijk volstaan met één of twee draadlengtes als tegencapaciteit. Dat bespaart je een hoop werk en maakt het makkelijker de tegencapaciteit weg te werken.

Tegencapaciteit als voorzorgsmaatregel

De meeste flatbewonders willen zoveel mogelijk TVI of RFI problemen zien te voorkomen. Sommigen installeren een tegencapaciteit, gebruiken goede laagdoorlaatfilters, Line Isolators, en alle andere RFI preventietechnieken waar ze aan kunnen komen. Dit volgens het principe: Beter teveel dan te weinig…

Testen van het aardsysteem

OK, je hebt een goed aardsysteem geïnstalleerd, alle aardverbindingen zijn zo kort mogelijk, en alle aardlussen zijn zoveel mogelijk voorkomen. Kan het systeem nog verbeterd worden? Waarschijnlijk, en hier is een snelle en simpele manier om het te proberen. Deze test is in het bijzonder geschikt voor het testen van radialen voor verticale antennes en aardsystemen aan boord van boten.
Koop twee goedkope rollen aluminiumfolie. Van elke rol ongeveer 2,5m afrollen en onder een

hoek van 90 graden met elkaar op de grond leggen. De eerste 30cm folie in elkaar draaien tot een dikke aluminium draad. Daarna de 30cm van de twee rollen in elkaar draaien. Gebruik een stukje draad met krokodillenbek of andere montagemethode naar keuze om de folie met het aardsysteem te verbinden. Beter nog: gebruik een stuk gevlochten koper (buitenmantel van een coax) en verbindt dat direct met de aardaansluiting van de transmatch in de shack. Meet de SWR van je antenne met en zonder verbinding met de folie. Dat zou geen verschil moeten maken. Maakt het wel uit, dan heb je een beter aardsysteem nodig. Herhaal dit voor elke band, waarbij je de rollen aluminiumfolie steeds uitrolt tot 1/4 golflengte lang voor de band waar je op test. Werkt je aardsysteem goed, dan is er geen verschil in de SWR aanwijzing.

Er zijn andere manieren om deze metingen te doen anders dan op de SWR te letten. Als je over een HF ampèremeter beschikt, (de MFJ-931 heeft er een ingebouwd) verbindt deze dan in serie met de massa van de zender en de aardaansluiting. Gebruik de aluminiumfolie procedure zoals hiervoor beschreven. Elke verandering in de HF massastroom betekent een onvoldoende effectief aardsysteem. De MFJ HF 'Current Probe' zou het ook goed moeten doen en hoeft niet in serie met de aarde geplaatst te worden.

De folie techniek werkt goed met verticale antennes. Rol een paar lengtes folie uit voor een bepaalde band en verbindt die met het voedingspunt van de vertical antenne, parallel met het radialensysteem. Verandert de SWR, dan kan er aan het radialensysteem nog wel het een en ander verbeterd worden.

Let op: Met een beter aardsysteem kan je de SWR iets op zien lopen. Bedenk daarbij dat een goed geïnstalleerde 1/4 golf vertical met lage I^2R verliezen een impedantie in het voedingspunt heeft van 30 - 35 ohm. De laagste SWR die je kunt zien als alles perfect werkt is 1.5:1. Trap verticals zijn daarbij niet beter dan een goede full-size 1/4 golf vertical. Dus wees niet verrast als je de SWR wat op ziet lopen met het verminderen van de aardverliezen.

MFJ-931 kunstmatige aarde

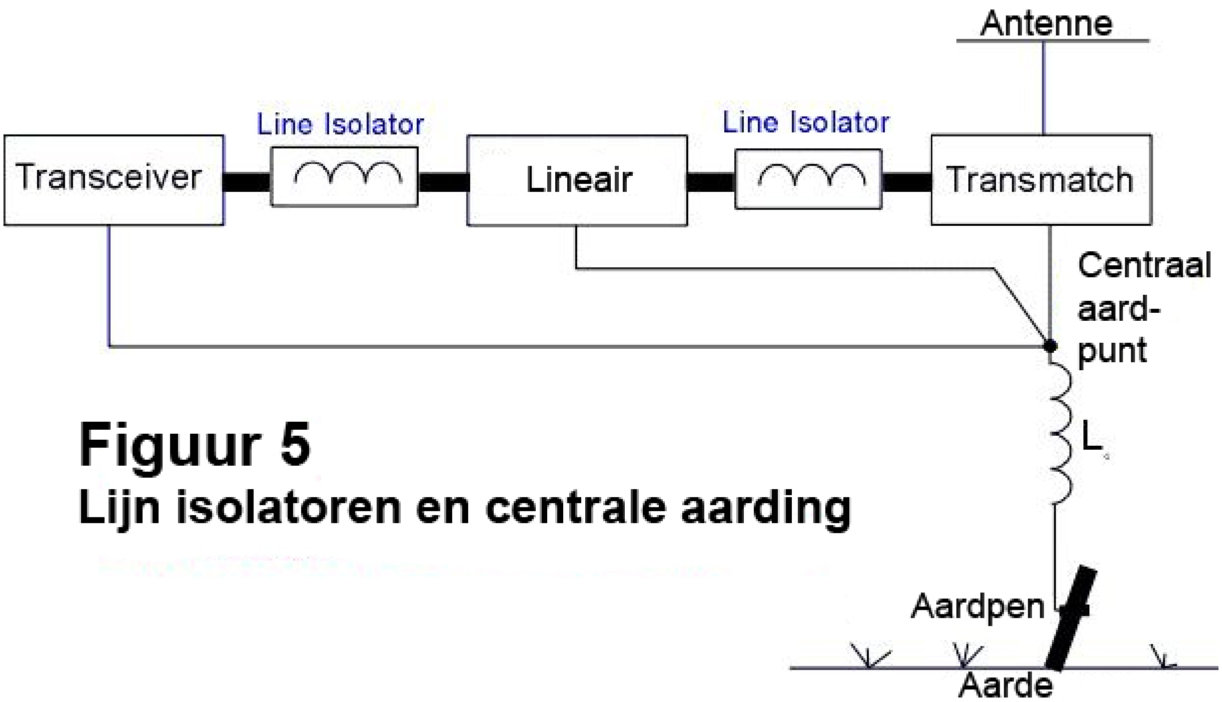
Dit apparaat is speciaal ontworpen voor gebruik met een tegencapaciteit (b.v. een of meer draden die als aarde dienst moeten doen). De MFJ-931 stemt de tegencapaciteit af in serieresonantie waardoor de aardweerstand verlaagd wordt en de antenneperformance een stuk verbetert. De toepassing van de MFJ-931 beperkt zich niet tot het in afstemming brengen van een tegencapaciteit. Het apparaat kan dé oplossing zijn voor degenen die de shack op een hogere verdieping van het huis hebben ingericht. Voor die amateurs (maar ook voor degenen die wél op de begane grond zitten) is een korte aarddraad niet mogelijk. De MFJ-931 helpt het probleem van de lange aardverbindingen op te lossen door het aardsysteem in een afgestemde seriekring te veranderen die, zoals we weten, een lage impedantie heeft bij resonantie. Effectief wordt alle reactantie van je systeem uitgestemd.

De MFJ-931 wordt afgeregeld door de HF stroom in het aardnet te meten met een speciale HF ampèremeter die zich op het frontpaneel van de 931 bevindt.

Hoewel het een handig apparaat is, is het geen vervanging voor een goed ontworpen en geïnstalleerd aardsysteem. Maar voor degenen waarbij dat nou eenmaal niet mogelijk is, is de 931 een handig hulpmiddel om problemen als gevolg van een slechte aarde te verhelpen.

Oplossingen voor aardlussen

Meerdere aardlussen tussen diverse apparaten kunnen allerlei soorten problemen geven. In plaats van diep in de techniek te duiken, zullen we proberen de problemen de vermijden voordat ze echt ellende veroorzaken. Het oplossen van een aardlus probleem kan zo eenvoudig zijn als de installatie van 'Line Isolators' in serie met de coaxkabels tussen de diverse apparaten. Line Isolators zijn feitelijk professionele breedband mantelstroomfilters.



Figuur 5
Lijn isolatoren en centrale aarding

Begin met die aardstrip achter je apparatuur weg te halen. Gebruik de transmatch (of je tuner) als centraal aardpunt. De dikke aardleiding die van buiten komt sluit je direct aan op het gemeenschappelijk aardpunt achter op de transmatch of tuner. Elk apparaat wordt vervolgens direct met dit centrale aardpunt verbonden. Eigenlijk zijn de andere apparaten al met elkaar en de transmatch verbonden via de coaxkabels die ze met elkaar verbindt. En deze extra verbinding is nou precies de oorzaak van de aardlussen. Helaas kunnen we niet de buitengeleiders van de coaxkabels onderbreken, maar we kunnen wel de aardlus opheffen door het gebruik van LINE ISOLATORS.

Line Isolators

De installatie van Line Isolators zoals getoond in figuur 5 werkt voor de meeste stations uitstekend. Een aantal gebruikers meldden dat na het plaatsen van Line Isolators in serie met de kabels tussen zender, lineair en tuner, een aantal hardnekkige RFI problemen verdween die met andere middelen niet te bestrijden waren.
Het plaatsen van een Line Isolator aan de uitgang van de transceiver of lineair voorkomt dat er HF over de buitenmantel van de coax gaat lopen. Een HF stroom die over de buitenmantel wil gaan lopen en die voor straling of koppeling met andere apparaten kan zorgen, wordt door de zeer hoge impedantie van de Line Isolator naar aarde gedwongen. HF stroom neemt de weg van de minste weerstand. Uiteraard heeft de Line Isolator geen invloed op het signaal dat binnen de coax loopt.
De Line Isolator tussen transceiver en lineair helpt de filters in de transceiver om hun werk goed te doen door een secundair pad te voorkomen. In het bovenstaand voorbeeld betekent het dat de aardlus naar de lineair onderbroken wordt. Line Isolators zijn geen vervanging voor laagdoorlaatfilters! Mochten om wat voor reden ook externe laagdoorlaatfilters noodzakelijk zijn, dan dienen die in combinatie met Line Isolators gebruikt te worden.
Heb je zelf problemen met HF in de shack, dan heb je nu voldoende handvatten om de problemen te lijf te gaan.

[1] http://www.classicinternational.eu/home/

[2] http://www.radioworks.com/



Afdelingsnieuws

In december hebben we het met maar één afdelingsbijeenkomst moeten doen, waardoor onze vaste oliebollen-avond er bij ingeschoten is dit jaar. Dat komt omdat de vierde woensdag van december dit jaar op tweede kerstdag viel. De komende jaren zullen we dat probleem nog wel even houden: in 2013 valt de vierde woensdag op eerste kerstdag, en in 2014 op kerstavond... Op die avonden zullen er geen bijeenkomsten zijn, dus pas in 2015 hebben we weer 2 bijeenkomsten in december.

In januari zijn de afdelingsbijeenkomsten op woensdag 9 en 23 januari. De 9e is de QSL manager er weer en zorgen we voor wat extra aankleding in de vorm van wat hapjes zodat we onder wat versterking van de inwendige mens met elkaar de beste HF-wensen uit kunnen wisselen. VHF of UHF mag natuurlijk ook HI.

Verder zijn de voorbereidingen voor het PSK31 transceiverproject in volle gang. Onderdelen en printen zijn besteld en binnenkort kunnen we beginnen met het klaarmaken van de kits. In februari gaan we in verenigingsverband dan beginnen met de bouw van de transceiver. Zelfs vanuit het buitenland is belangstelling: nadat de gevonden problemen teruggekoppeld waren naar de auteur van het oorspronkelijke artikel, plaatste hij een link op zijn website naar het blog van PA3CNO waar de oplossing voor alle problemen in het Engels beschreven staat. Daarop kwam binnen een week al een respons van een Amerikaanse amateur die eveneens een exemplaar wilde bouwen, en dolblij was met de door ons gevonden problemen. Deze amateur heeft alvast twee printen besteld. En ook vanuit Italië kwam een reactie van een amateur die al geruime tijd aan het stoeien was met het ontwerp, maar er maar niet achter kwam waarom het niet werkte. Deze amateur heeft alvast 3 printen besteld...

En dan komt de expeditie naar Liechtenstein alweer dichterbij. Over drie maanden is het al zover. Inmiddels hebben we wat adviezen gehad van Ruud PE0RH die er al geweest is, en ons o.a. adviseerde om de serienummers van alle mee te nemen apparatuur alvast te faxen naar de douane. Liechtenstein is namelijk geen lid van de Europese Unie en daarom krijgen we straks te maken met douanecontroles e.d. Dat zijn we in een verenigd Europa helemaal niet meer gewend. Tijdens onze reizen naar Zweden en Luxemburg hebben we geen douanier gezien. Ja, om de sleutel van de zendhut in de Morokuliën af te halen. Maar niemand die in de auto's gekeken heeft. Dat gaat straks weer anders worden. Verder bereiken ons verhalen waaruit blijkt dat de Liechtensteinse gemeenschap radio-amateurs niet direct een warm hart toedraagt. Dat heeft er alles mee te maken dat sommige (berg)dorpen nog op aggregaten lopen, en als amateurs daar kW lineairs aan gaan knopen (Nederland is zo ongeveer het enige land waar de HF vermogens beperkt zijn tot het QRP vermogen van 100W), dan gaat in zo'n dorp letterlijk het licht uit. Zelfs de Liechtensteinse amateurvereniging was niet enthousiast in de email correspondentie. Er was niemand binnen de club die een special call wilde sponsoren, en men vroeg zich letterlijk af wat wij met zo'n grote groep eigenlijk komen doen. Deze keer wordt dus een stuk meer pionierswerk dan vorige jaren, zoals het er nu uitziet. Des te leuker wordt het om verbindingen te maken!

Nostalgiehoek



De eerste fabrieksradio's

Het begon met een inductiespoel van Rhumkorf die door de Tesla werd gebruikt om er een 'vonkengenerator' van te maken. Hij liet vonken overspringen door de 'lucht' dat op zich al heel iets bijzonders was. Het was de eerste vonkenzender, alleen realiseerde hij zich dat toen nog niet.



Spoel van Ruhmkorff

Later heeft deze spoel als 'bobine' toepassing in de auto-industrie gevonden. In Duitsland was Henrich Hertz al in 1888 bezig om met een Ruhmkorff inductiespoel als vonkzender door de lucht een elektromagnetische trilling over te brengen. Er ontstond een klein vonkje tussen twee polen op een afstand van twaalf meter. Sinds die tijd is in Duitsland de term "Funk" o.a. Funkgerat, Rundfunk en de Funkausstellung nog steeds in gebruik. Merkwaardig omdat juist Duitsland al in 1903 voorstelde om voortaan de term Radio te gebruiken.
In Italië was Marconi (geboren op 25-4-1874) omstreeks 1896 al bezig met allerlei experimenten. Hij had het geld en de tijd om zich van allerlei ontwikkelingen op de hoogte te stellen. Hij kon zich de aanschaf van allerlei apparaten veroorloven daar hij de zoon was van een rijke Italiaanse markies. Zijn moeder was overigens Iers. Zijn grootste verdienste is geweest dat hij alle ontdekkingen die al gedaan waren, bij elkaar bracht.

Zo was al bekend dat een glazen buisje gevuld met ijzervijlsel de elektrische weerstand veranderde als er een elektrische ontlading doorheen ging. Een "Coherer" werd dat onderdeel genoemd. In Rusland had Popov al in 1895 een ontvangtoestel met een Coherer gedemonstreerd in St. Petersburg die hij gebruikte als waarschuwingsapparaat voor naderend onweer. Wellicht was Marconi daarvan op de hoogte door een artikel in het Russisch Journaal van 1896.



Coherer

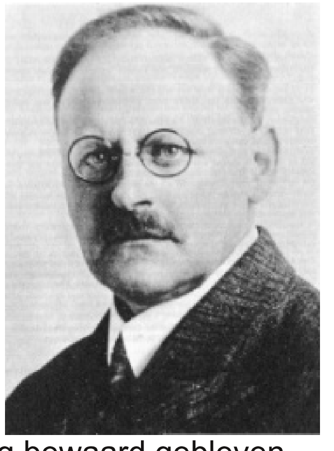
Marconi slaagde erin van de diverse onderdelen een werkend geheel te maken en wel zodanig dat als er een 'signaal' in morseseinen uitgezonden werd, hij dit 'signaal' over enige afstand kon ontvangen via een antenne die hij aan de coherer verbonden had. Via een relais werd het morseseinsignaal op het papierlint van de morseschrijver vastgelegd. Het ijzervijlsel bleef ech-

ter voortdurend geleiden daarom gebruikte hij een elektromagnetische klopper om de coherer door elkaar te schudden. Zo lukte hem uiteindelijk met behulp van de morseseinen een leesbaar bericht over te brengen.
De vraag wie nu de radio heeft uitgevonden zal in Rusland Popov en in het Westen Marconi zijn. Een feit is dat Marconi het patent op zijn vinding verwierf op 2 juli 1897 en dat hij op 27 maart 1899 het Kanaal overbrugde met zijn systeem.

Toch wordt in Rusland nog steeds 7 mei officieel gevierd (sinds 1945) als de 'Radiodag' omdat Popov op 7 mei 1895 zijn vinding demonstreerde.
Marconi lukte het ook de autoriteiten in Engeland te overtuigen om zijn vinding te gebruiken voor draadloze telegrafie voor schepen.
Overigens had Marconi zijn vinding al eerder in Italië gedemonstreerd maar de autoriteiten daar zagen niets in 'draadloze telefonie', er werd geen patent op verleend. Vandaar dat Marconi in Engeland terechtkwam. Hij had zijn uitvinding in een afgesloten doos gestopt toen hij in Engeland aankwam. De douane weigerde deze "black box" met "gegevens" in te klaren. De term "zwarte doos" is later o.a. gebruikt in de vliegtuig industrie.
In Nederland ging men niet in zee met de Marconi Company maar met Telefunken voor Scheveningen Radio en met de Franse ingenieur Ducretet die samen met Popov een succesvol zendsysteem hadden bedacht.
Uitgetest op de nieuwe Eifeltoren die overgebleven was van de wereldtentoonstelling van 1898. Ducetet toonde aan dat de Eifeltoren uitstekend te gebruiken was als zendmast. Dit voorkwam dat de toren werd afgebroken, hij kreeg dankzij de radio een andere bestemming. Ducretet leverde in 1902 in Nederland voor het Lichtschip 'Maas' de draadloze verbinding die tot 1912 in gebruik is geweest.

Tot zover de oorsprong hoe het allemaal begon met de 'draadloze telegrafie' zoals men het toen noemde.
Van Radio zoals we die nu kennen was nog geen sprake. De techniek werd gebruikt voor toepassing op schepen waar op dat moment de meeste behoefte aan was. Bovendien was er in Nederland een 'luisterverbod' tijdens de eerste wereldoorlog van 1914-1918. Radioamateurs luisterden toch naar de morseseinen hoewel er bijna geen telegrafiezenders waren.

Aan radiotelefonie en zeker aan het uitzenden van muziek en spraak werd toen zelfs niet gedacht. Bovendien was de telefoontechniek volop in ontwikkeling in die tijd. Maar dat veranderde snel door de pionier op radiogebied in Nederland die als eerste in de wereld begon met uitzenden van muziek en gesproken woord. Zijn naam is Henricus Schotanus Steringa Idzerda (geb. 26-9-1885) die al in 1919 een radiotelefoniestation met de naam PCGG bouwde en op 5 november officieel in dat jaar begon met uitzendingen na diverse proefuitzendingen die daar aan vooraf gingen.



Via een advertentie in de Nieuwe Rotterdamse Courant is dat vastgelegd en daarmee is bekend geworden dat hij de eerste was in de wereld. De zender heeft tot 11 november 1924 gewerkt. De originele zender is gelukkig bewaard gebleven.

In Duitsland en Engeland begon men pas in 1922 met uitzendingen. Eerder in 1920 waren in de Verenigde Staten al verschillende zenders actief. Idzerda begon met het uitzenden van 'levende muziek' of hij draaide een plaat via zijn 'aangepaste' Pathe grammofoon.
Idzerda bracht voor het eerst 'amusement' op de radio, dat was iets geheel nieuws. Daarom werd de radio snel populair bij grote groepen luisteraars. De uitzending was op donderdag en zondagavond vanuit zijn 'studio' in de Beukstraat 8-10 in Den Haag. Daar had hij ook zijn fabriek van radio ontvangsttoestellen gevestigd met de naam Nederlandse Radio Industrie. Op het dak stonden hoge antennes, één zelfs naar de schoorsteen van de firma Rademakers – van de hopjes – aan de Laan van Meerdervoort.

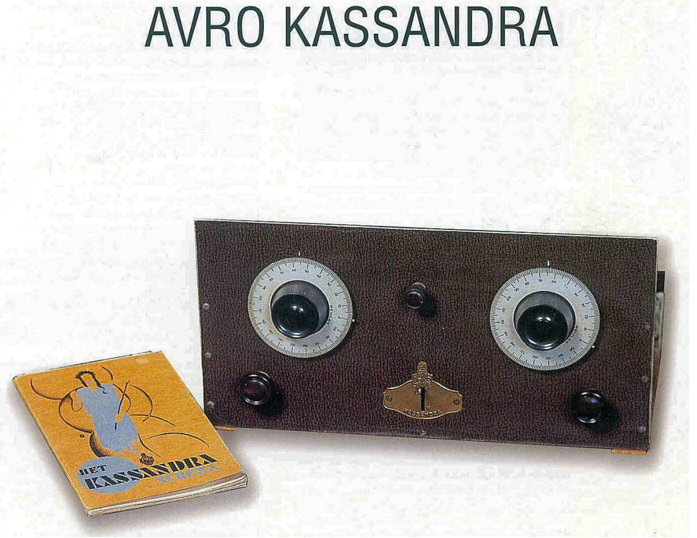
In samenwerking met Philips verkocht hij de eerste Nederlandse radiolamp voor ƒ 12,50. Dit was voor Philips de eerste keer dat zij een radiolamp produceerde. Het was een triode versterkerlamp die aanvankelijk werd gemaakt door de metaaldraad lampenfabriek Holland in Utrecht. Omdat deze fabriek gloeilampen maakte kreeg deze lamp dit merkwaardige uiterlijk met de twee mignonfittingen aan weerszijde.
De 'IDZ lamp' werd hij genoemd toen hij door Philips werd gemaakt. In het Rotterdams Radio Museum is een genummerd exemplaar aanwezig. Helaas verliep de samenwerking met Philips niet zo goed en de inkomsten uit verkoop van de veel te dure radio-ontvangers viel tegen. De NVVR heeft nog een omroepfonds opgericht in 1922 waarvan luisteraars vrijwillig konden bijdragen, helaas kwam er weinig binnen. Alleen uit Engeland kreeg hij wat geld van Engelse luisteraars die de zender daar ook ontvingen (£ 750,-) na een oproep in de Daily Mail. Na 4 jaar was kapitaal van ƒ 40.000,- verdwenen en ging hij helaas failliet.

In 1944 stortte een Duitse V1 raket neer in de duinen van Den Haag. De heer Idzerda wandelde daar en heeft waarschijnlijk heel nieuwsgierig een onderdeel bekeken. Hij werd daar aangetroffen door de Duitse patrouille en zonder vorm van proces 2 dagen later gefusilleerd in de duinen van Den Haag. Er is in 1969 een klein gedenkbeeld onthuld in zijn geboortedorp Weidum in Friesland (gemeente Baarderadeel) n.a.v. 50 jaar omroep in Nederland waar hij de pionier van is geweest. Verder is er in Nederland aan deze radiopionier geen aandacht besteed.

In juli van 1923 was men in Hilversum al begonnen met uitzendingen via een zendvergunning, verkregen door de Nederlandse Sein Toestellen Fabriek (NSF). Twee grote stalen zendmasten had men gratis van Philips gekregen om het koopkrachtige publiek van het Gooi mee te bereiken waarschijnlijk. Die zendmast in Hilversum bleek later van Cruciaal belang voor de vestiging van de omroepen in Nederland.

De Hilversumse Draad Omroep (HDO) waar Willem Vogt werkte ging daarvoor een 'omroep programma' maken. Voor ƒ 50,- kon men lid worden. Als bewijs kreeg men het diploma 'Luistervink'. Later in 1928 richtte hij de AVRO op. Andere omroepverenigingen waren al eerder vanaf 1923 opgericht.
Omdat er nu weer een zender bij was gekomen werd het mogelijk voor Philips om nu veel grotere aantallen toestellen te produceren.
Het type 2501 'Het Roggebroodje' werd dan ook in 1928 voor het eerst aan de 'lopende band' gemaakt, waarvan er gelijk duizenden van werden verkocht voor de prijs vanaf ƒ 175,-. De meeste radiotoestellen hadden een bijnaam in die tijd.

De omroepen gingen vanaf 1928 amateurs helpen (in eigen belang) met het zelf bouwen van radiotoestellen. De AVRO met de Aladijn (1928) de Vox en het Kassandra toestel uit 1931 voor ƒ 76,- excl. lampen. De VARA met het toestel Vara-dyne uit 1929 voor ƒ 65,-. De KRO bracht in 1934 het 'Kabouter' toestel uit en later een wereldontvanger, vooral speciaal bedoeld voor missionarissen.



De simpele kristalontvanger werd ook in grote aantallen door amateurs in elkaar geknutseld. Velen herinneren zich nog het gepruts met de kristaldetector. Alle omroepen hebben zich vanaf 1923 allemaal gevestigd in een aantal fraaie villa's en ze zijn er nooit meer weg gegaan. Luisteraars in het buitenland dachten zelfs dat Hilversum de hoofdstad van Nederland was omdat deze naam later op de stationsschaal

stond. Toen de Olympische Spelen in 1928 in Nederland werden georganiseerd stapten buitenlanders in Hilversum uit de trein in de veronderstelling in de hoofdstad gearriveerd te zijn. In de rest van Europa hadden de regeringen er namelijk voor gezorgd dat de 'staatszenders' in de diverse hoofdsteden gevestigd werden. Daarmee werd de radio gelijk een propagandamiddel wat ook later bleek.

Er kwamen meer radiofabrieken bij; o.a. die van der Heem en Bloemsma in Den Haag die vanaf 1926 toestellen ging produceren. Door een opdracht van 309 toestellen door de Rotterdamse firma R.S. Stokvis kon de productie beginnen. De initialen RS van Stokvis zorgde ervoor dat het merk ERRES geboren werd. Soms in samenwerking met Philips maar meestal in opdracht van Stokvis werden vanaf die tijd toestellen onder die naam geproduceerd.



ERRES KY457

De radio ontvangst techniek was in het begin nog van een rechtuit type d.w.z. dat alle afstemkringen achter elkaar geschakeld zijn; ze werden daarom ook wel 'cascade ontvangers' genoemd. Om op een zender af te stemmen moest dat heel precies gebeuren op het randje van genereren. Vaak ging de hele afstemkring 'genereren'. Als de buren ook met dit 'afstemmen' bezig waren ontstond al gauw het beruchte 'Mexicaanse hond' geluid – een soort gejank – uit de luidspreker. Maar ook dat veranderde snel door de komst van de Super-heterodyne ontvanger omstreeks 1930. De rechtuit ontvangers werden zelfs in 1934 officieel verboden en zijn nu nog alleen te vinden -met die mooie honingraat spoelen – o.a. te zien in het Rotterdams Radio Museum.
De 'Super', zoals voortaan genoemd, was eenvoudig door iedereen te bedienen met maar één knop voor de afstemming op de zender. Er was een oplossing gekomen voor de 'gelijkloop' van de antenne en de oscillator kring. Bovendien waren door Philips nieuwe meerroosterlampen ontwikkeld die twee signalen konden 'mengen' tot een middenfrequent signaal.
De verkoop en belangstelling voor de radio groeide enorm ondanks de crisistijd die toen net uitbrak. Rond 1930 had 1 op de 15 gezinnen al een radio in huis.
Fabrikanten kregen het steeds moeilijker om voor een lage prijs toestellen te kunnen fabriceren. Door de komst van het kunststof materiaal 'bakeliet' – uitgevonden door de Belg Baekeland – konden er grote aantallen radiotoestellen tegen een lage prijs gemaakt worden.
Het vergde grote investeringen van de fabrikanten omdat er enorme persen en mallen nodig waren om de kasten te kunnen maken. Het gevolg was dat allerlei kleine fabriekjes in Europa het niet volhielden. Er bleven alleen grotere fabrikanten over die voortaan op industriële wijze radio-ontvangers gingen produceren.

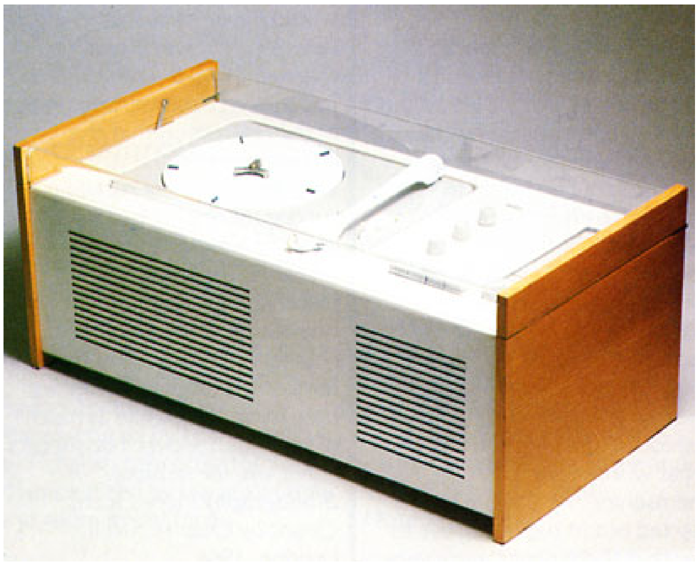


Het type 825A van Philips was één van de eerste typen met de lage prijs van ƒ 86,-. Het 'Arbeiderskastje' noemde ze dat in die tijd ook wel. Om precies op het 'gehoor' af te stemmen was nogal lastig, daarom kwam er het z.g. groene kattenoog of het magische of toveroog voor de afstemming. Er kwamen toen toestellen zoals het model 'Fuga' van Philips in 1936, type 898 A voor ƒ 345,- met automatisch afstemming met monoknop-bediening, schitterend uitgevoerd met een prachtige kast. In 1938 werd er al een autoradio gemaakt, type 264 – de 'Philitouring' met triller omvormer en een 'draagbaar ontvangtoestel' type 225 zoals dat toen heette.

De radio was heel belangrijk in de oorlogstijd om alle ontwikkelingen van het front te kunnen volgen. Op de lange golf kon men luisteren naar de Engelse zender in Droitwich met het programma van 'Radio Oranje'. Hoewel er in 1942 niet naar geluisterd mocht worden werd dit wel door de meeste mensen gedaan: echter, de antenne en de radio moesten wel verborgen worden. In mei 1943 werd het in bezit hebben van een radio verboden en bestraft bij overtreding. De radio

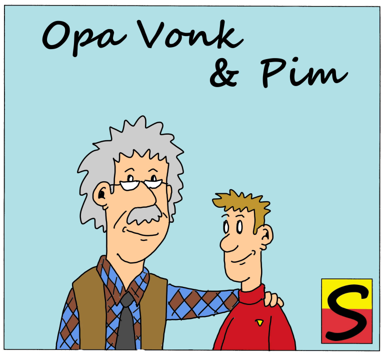
moest ingeleverd worden, de radio ging toen letterlijk ondergronds of werd verborgen in een kast. Radioamateurs gebruikten hun kennis om toch te kunnen luisteren. De kristalontvanger werd weer gebruikt omdat de stroom was afgesloten of er werd stroom opgewekt via een fietsdynamo. De antenne werd vervangen door een 'raamantenne', zo werd overal een creatieve oplossing voor gevonden.
In 1944 werd Eindhoven bevrijd, de rest van Nederland nog niet. Gelukkig had men op het Philips terrein een noodzender in het geheim kunnen bouwen die op 3 oktober 1944 uit ging zenden.
De zender zond het programma van "Herrijzend Nederland" uit op de 450 meter. Door Philips werd onder heel moeilijke omstandigheden de eerste toestellen gemaakt. Het type 208 U, een klein bakelieten kastje, is op bovenstaande foto te zien. Op de stationsschaal staat nog Herrijzend Nederland aangegeven.
In september 1945 werd door Erres in Den Haag de eerste radio na de bevrijding van Nederland gemaakt: type KY 457, een heel mooi toestel. Philips maakte van de laatste resten nog een radio, type BX 360A bijgenaamd 'De Plank'.

Een radiotoestel was vlak na de oorlog niet zo maar te koop. Er waren lange levertijden, bovendien moest er belasting betaald worden; de z.g. "luistervergunning".
Een andere mogelijkheid was de 'radiodistributie' te huren van de PTT; het bekende kastje met twee knoppen en 4 zenders met aparte luidspreker. Gelukkig ging het na 1948 al een stuk beter, vooral de kleine bakelieten "U" toestelletjes die toen goedkoop waren en iedereen nog wel in huis heeft gehad.
De ontvangstkwaliteit en de techniek van de radio nam enorm toe met meerdere luidsprekers in mooie gepolitoerde kasten. Het principe van de "super" schakeling bleef al die jaren hetzelfde. Aansluiting voor een pick-up en bandrecorder kwam er bij of werden in een kast gebouwd. De autoradio ontwikkelde zich door de komst van steeds meer auto's na 1950. De draagbare radio – nog steeds met buizen – werd populair ondanks het batterijprobleem. Ook daarvoor was nog steeds een "luistervergunning" nodig.
In 1955 maakte de firma Braun in Duitsland

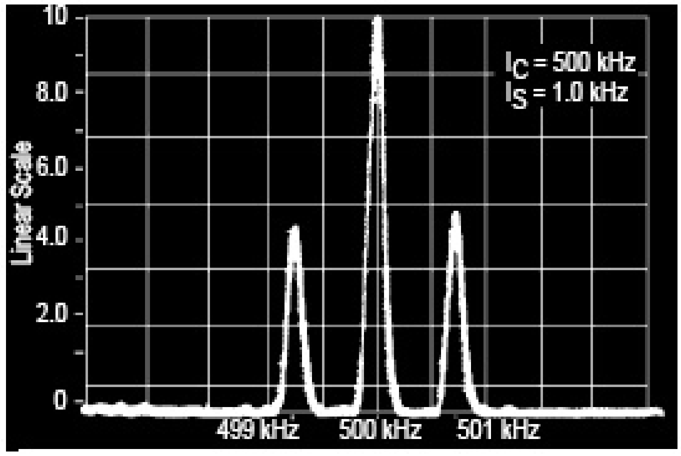


Braun SK4

design radiotoestellen die niet door iedereen werden gewaardeerd. Ze doen nu nog steeds 'modern' aan zoals het model SK4 en de G11 super, ontworpen door Hans Gugelot.
De radio en de zenders bleken nog eens van levensbelang te zijn tijdens de watersnoodramp van 1953. Iedereen zat toen aan de radio gekluisterd naar de aangrijpende reportages op de radio te luisteren.
De radio stond toen nog centraal in de huiskamer opgesteld en er werd intensief naar geluisterd door het hele gezin. Met programma's die veel oudere luisteraars nog steeds kennen zoals 'de familie Doorsnee' en 'Paul Vlaanderen'. In 1951 was weliswaar de televisie begonnen met uitzenden maar het zou nog tot 1960 duren voordat de 'Goede Oude Radio' daardoor op het tweede plan kwam.
De Radio zal nooit verloren gaan en zeker nu er nieuwe mogelijkheden door de komst van de 'digitale radio' er bij komen, ook op de AM.

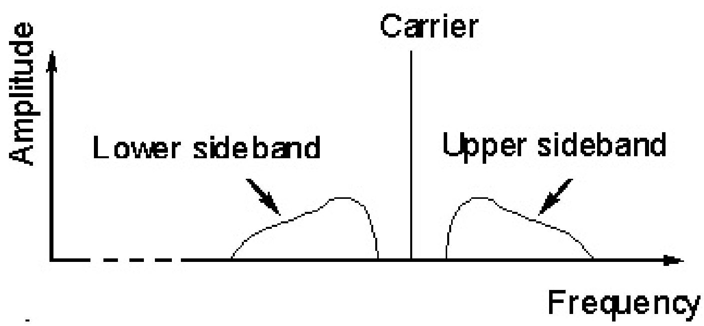


Pim stond al een tijdje te luisteren in de deuropening van Opa Vonk's piephok naar alle vreemde geluiden die daar uit oprezen, voordat hij eindelijk durfde te vragen: "Opa, waarom klinken die stemmen soms zo raar? En dan bedoel ik niet de buitenlandse taal die ze spreken". "Raar?", vroeg Opa, die Pim's vraag niet meteen begreep. "Ja, soms zijn het net Donald Duck stemmetjes", zei Pim. "Oh, bedoel je dat", knikte Opa begrijpend. "Dat zijn enkelzijband signalen, en als de afstemming niet helemaal correct is, dan klinkt de stem hoger of lager dan het origineel". "Enkel zijband?", knipperde Pim met zijn ogen. "Dat heeft vast niets met sokken of zo te maken". "Nee", grinnikte Opa, "Het is geen band. Het is ook geen frequentie. Het is een mode. Denk even terug aan je AM-zender die je laatst gemaakt hebt. Die geeft een constant signaal af als je geen informatie, zoals muziek, verstuurt. Ga je de zender moduleren, dan gaat de draaggolf in sterkte variëren van nul tot twee maal de waarde die hij in rust had. Maar omdat het vermogen evenredig is met het kwadraat van de spanning, is in de pieken het vermogen van de zender 4x zo hoog. Daarom zie je dat een 100W zender in de mode AM maar 25W draaggolf geeft. Anders kan hij tijdens het moduleren niet aan de 100W komen". "Dat is interessant Opa", zei Pim. "Maar wat heeft dat met enkelbanden te maken?". "Enkel**ZIJ**band, niet enkelband", verbeterde Opa. "Daar komt weer een stukje wiskunde om de hoek kijken. Dat zullen we nu overslaan, maar het komt er op neer dat een gemoduleerde draaggolf weer te geven is als een signaal op de frequentie van de draaggolf, en twee andere signalen die de som en het verschil zijn van de draaggolf en het modulerende signaal. In andere woorden: moduleer je een draaggolf van 500kHz met een toon van 1kHz, dan krijg je drie signalen: de draaggolf op 500kHz en twee signalen op 499kHz en 501kHz. Die laatste twee signalen noemen ze de zijbanden.



Draaggolf met twee zijbanden

Als je kijkt naar de verdeling van de zendenergie, dan zit de helft van het vermogen in de draaggolf. De andere helft van het vermogen zit in de twee zijbanden. Dus een kwart van het vermogen in elke zijband. De draaggolf zelf bevat geen informatie: alleen de zijbanden bevatten informatie. Hierboven zie je de zijbanden als een enkel toontje. Maar bij spraak zie je dat het werkelijk twee banden zijn die gespiegeld zijn ten opzichte van de draaggolf:



Het bandje aan de hoge kant van de draaggolf wordt de upper (hoge) zijband genoemd, en het bandje aan de onderkant heet de lower (lage) zijband. Beide zijbanden bevatten dezelfde informatie. Je kunt dus naast de draaggolf nog één zijband weglaten en dan heb je nog steeds alle informatie die je wil overbrengen beschikbaar. Vooral amateurs begonnen met experimenten met het weglaten van de draaggolf. Dat was veel eenvoudiger dan ook nog een zijband weghalen. Een signaal zonder draaggolf maar met beide zijbanden heet een Dubbelzijband signaal. Later werden de filters een stuk beter en kon ook nog een zijband weggehaald worden. En dan hou je alleen nog maar één zijband

over. Vandaar de naam Enkelzijband". "Dat snap ik", zei Pim enthousiast. "En kan ik dat ook met mijn AM radio ontvangen?" vroeg hij hoopvol. "Nee", antwoordde Opa. "Dat gaat niet. Dan hoor je een soort gekwaak in je radio, want dat is een Amplitude Modulatie ontvanger en die ziet graag een draaggolf. En die is er niet meer. Om enkelzijband te kunnen ontvangen, moet je dus ook een speciale enkelzijband ontvanger hebben: een SSB ontvanger dus. Die wekt de ontbrekende draaggolf weer op en zo wordt het signaal weer hoorbaar. Mengen werkt op dezelfde manier als bij het moduleren van een AM signaal: er ontstaan som- en verschilsignalen. Hebben we dus een zijband met een frequentie van 501kHz en mengen we dat met de ontbrekende 500kHz draaggolf, dan ontstaan de verschil signalen (1kHz) en de som signalen (1001kHz). Die hoge frequentie is makkelijk weg te filteren en zo houden we het originele 1kHz signaal over. Dus voor signalen waarbij de draaggolf verwijderd is, zoals dubbelzijband en enkelzijband, moet je een speciale ontvanger hebben die de ontbrekende draaggolf weer toevoegt. En om jouw vraag over de Donald Duck stemmetjes te beantwoorden: als de opnieuw toegevoegde draaggolf in frequentie niet gelijk is aan het origineel, dan verschuift het gedemoduleerde signaal in frequentie. Maken we de hulpdraaggolf bijvoorbeeld 499,9kHz, dan is de verschilfrequentie niet 1 kHz, maar 501-499,4=1,1kHz. En dan klinkt de stem 100Hz hoger dan hij origineel was. De onderlinge harmonische verhouding blijft wél gehandhaafd: dus als er bij het originele signaal een harmonische van 2kHz zat, dan wordt die door de verstemming 2,1kHz en niet 2,2kHz. Door die verstoorde harmonische relatie is ons oor in staat om de juiste afstemming te vinden. Was het gemoduleerde signaal een zuivere sinus, dus zonder harmonischen, dan zou je niet in staat zijn om het originele signaal terug te vinden met afstemmen. Snap je?" vroeg Opa. "Ik vind het altijd weer een wonder hoe U van een simpele vraag een complete les weet te fabrieken", zuchtte Pim. "Maar welke zijband wordt dan gebruikt? De onderste of de bovenste?", vroeg hij. "Dat hangt van de band af waar je luistert of zendt", antwoordde Opa. "Daar zijn afspraken over gemaakt. Vanaf de 20 meterband en hoger wordt de hoge zijband gebruikt. Vanaf de 40 meterband en lager wordt de lage zijband gebruikt. Uitzondering zijn de digitale modes: daarvoor wordt altijd de hoge zijband gebruikt, ook op 80 en 40 meter. En weet je wat zo mooi is: die 100W die een zender kan leveren, kan nu helemaal gebruikt worden voor die ene zijband, in plaats van voor een draaggolf en twee zijbanden. Dat scheelt een factor 4. De totale efficiencyverbetering ten opzichte van AM is maar liefst een factor 16! Daarom werkt enkelzijband zo goed op de lange afstanden. En er is nog een opvallend voordeel. Als je wel eens twee AM of FM signalen door elkaar gehoord hebt, dan weet je dat daardoor een irritante fluittoon ontstaat waardoor beide signalen niet meer verstaanbaar zijn. Zeker niet als ze ongeveer even sterk zijn. Maar als in enkelzijband twee stations door elkaar praten, hoor je ze allebei gewoon praten, net zoals in een kamer met meerdere mensen het geval is, zonder hinderlijke fluittonen! Dat is nog een extra voordeel van enkelzijband."

"Het klinkt allemaal fantastisch", zei Pim bedenkelijk, "maar ik heb er dus wel een speciale ontvanger voor nodig. Ik heb wel een oude wereldontvanger van U gekregen, maar die kan alleen AM ontvangen van 3 tot 20 MHz. Daar heb ik dus niets aan als ik naar dat enkelzijband wil luisteren". "Nou, als je 'm zo gebruikt als hij nu is, dan wel. Maar er is een methode om met die radio toch enkelzijband signalen te ontvangen. Maar daar gaan we een volgende keer wat dieper op in", zei Opa met een knipoog.

Strip Studio Schagen

Experimentele TV-zender

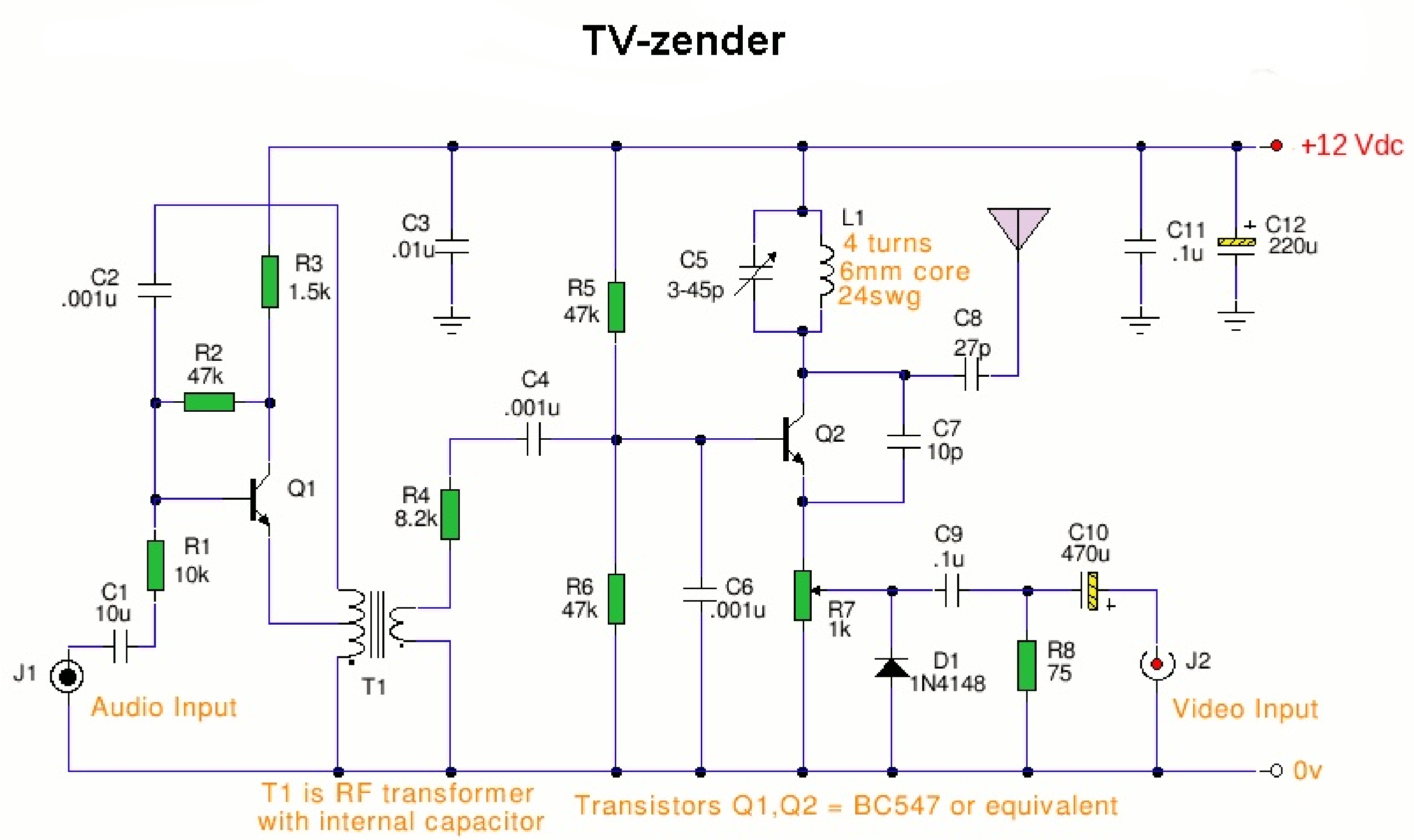
Wel eens nagedacht over experimenteren met amateur televisie? Dat is een modulatie die vanwege de bandbreedte meestal pas plaatsvindt vanaf 23cm. En het is voorstelbaar dat je daar vooralsnog niet zoveel ervaring mee hebt. Om te kijken of het wat voor je is, presenteren we hier een simpel TV-zendertje dat afstembaar is tussen 54 en 216MHz. Dat betekent formeel dat het niet gedekt wordt door enig amateurmachtiging. Maar het vermogen is dan ook maar minimaal en het bereik enkele tientallen meters. Het is voornamelijk bedoeld om wat te experimenteren met de techniek en als je door het ATV virus aangestoken wordt, kan je altijd nog voor het echte werk gaan.

Dit zendertje gebruikt 5,5Mhz FM modulatie voor het geluid, en PAL voor de video modulatie; standaard in grote delen van Europa. De zender is af te stemmen tussen 54 en 216 MHz. De zender is daarmee compatible met TV systemen B en G.

Het geluid wordt aangeboden op ingangsconnector J1. Let erop dat het geluid mono moet zijn. Gebruik je een stereo signaal, gebruik dan een stereo naar mono adapter, of gebruik maar één kanaal. Transistor Q1 doet dienst als oscillator en versterker, waarbij de primaire wikkeling van T1 samen met zijn interne condensator oscilleert op 5,5Mhz, waarbij de transistor zelf voor de laagfrequent versterking zorgt. De geluidsdraaggolf kan enigszins verstemd worden door draaien aan de kern van T1. T1 moet een 5,5MHz middenfrequenttrafo zijn uit bijvoorbeeld een oude TV of FM radio, maar ze zijn ook gewoon te koop: bijvoorbeeld de TOKO 10K-1769

Het gemoduleerde geluidssignaal wordt nu aangeboden aan Q2, die dient als zendtransistor. C5 en spoel L1 vormen de afgestemde kring die de draaggolf opwekt. In bedrijf bepaalt C5 op welk kanaal de zender afgestemd staat.

Het videosignaal komt binnen via ingangsconnector J2. Het



videosignaal moet composiet zijn, dus alleen video en geen geluid erbij. Uitgangen van video camera's doen het meestal prima. Potmeter R7 regelt het video niveau, en dientengevolge de modulatiediepte. Q2 mengt het videosignaal met het geluidssignaal waardoor een HF videosignaal bestaande uit zowel geluid als video ontstaat.

Doordat de zender van 54 tot 216MHz werkt, is een telescoopantenne voldoende om een redelijke afstraling te krijgen. Wil je op hogere frequenties werken, bijvoorbeeld 546 tot 860MHz, dan moet je echte HF transistoren toepassen in plaats van de hier toegepaste standaard BC547, die feitelijk voor laagfrequent toepassingen ontworpen zijn.

Een verlicht huisnummer met LED’s

Hugo Welther, PA2HW

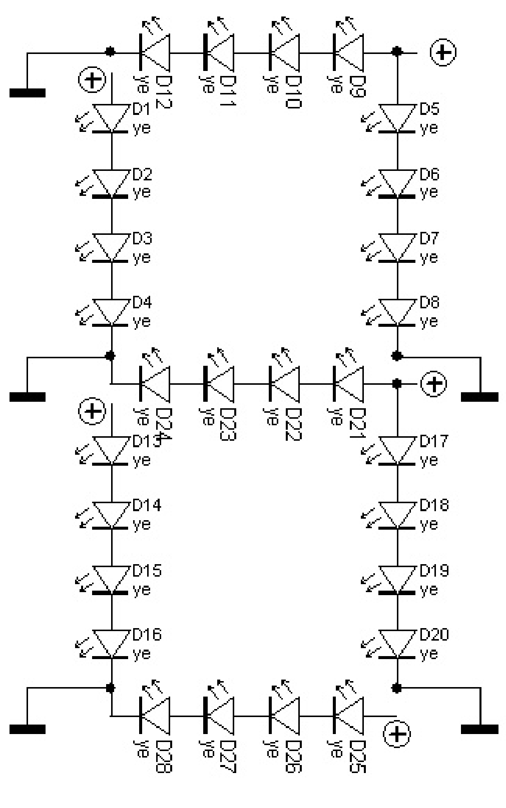
Degenen die wel eens bij mij thuis zijn geweest zal het ongetwijfeld zijn opgevallen dat mijn huisnummer uit een tweetal LED-display’s bestaat.

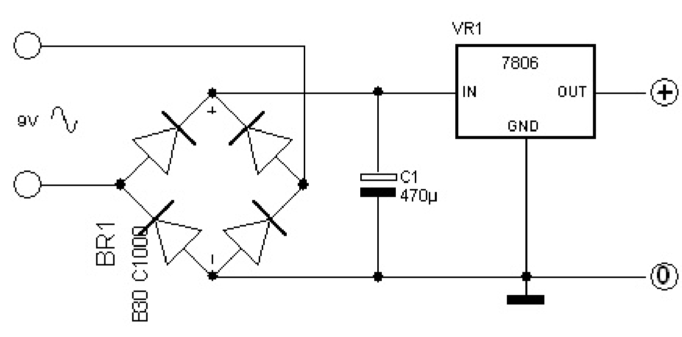
Dit verlichte huisnummer heb ik 15 jaar geleden gemaakt nadat een bevriend taxichauffeur had geklaagd dat huisnummers in het donker zo slecht waren te lezen vanuit de auto. De meeste mensen hebben de buitenverlichting niet naast of bij het huisnummer hangen of überhaupt geen mogelijkheid voor een buitenverlichting. In het donker is het huisnummer dus niet te lezen.

Omdat het verlichte huisnummer 24 uur per dag, 7 dagen per week het hele jaar door aan is, is gekozen voor LED’s. Grote LED display’s waren in die tijd niet verkrijgbaar, dus heb is zelf maar een print ontworpen voor het display. De voeding is gelijk geïntegreerd op de print.

Tegenwoordig bestaan er 7-segment LED-display’s van 4” of 5” hoog (±10-13cm) maar de kosten van die display’s zijn hoog. Deze display’s zijn o.a. verkrijgbaar bij Chinese LED-shops via eBay. Zelfs in het blauw.

Voor de LED’s in het verlichte huisnummer zijn gele high





efficiency LED’s gebruik. Deze LED’s zijn ook overdag met invallend zonlicht nog goed zichtbaar.

Het schema

Het schema is rechttoe recht-aan. De wisselspanning van de standaard 6-9V beltrafo wordt gelijkgericht en gebufferd met een elco. Deze nog ruwe gelijkspanning wordt toegevoerd aan een spanningsregelaar van het type 7806. De LED’s staan in groepjes van vier in serie, die vervolgens weer parallel zijn geschakeld om de segmenten te vormen.

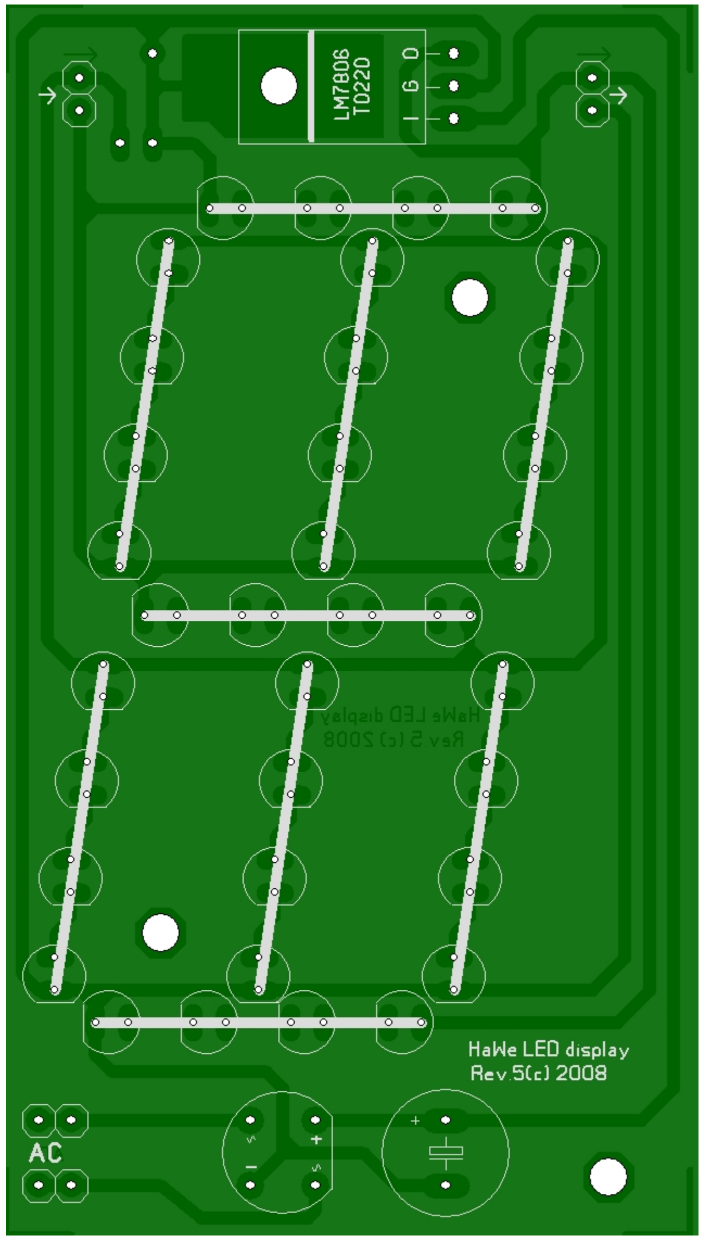
Voor het verlichte huisnummer is een print ontworpen. Op deze print zit ook de voeding bestaande uit de brugcel, elco en de spanningsregelaar.

De voeding hoeft maar één maal te worden opgebouwd. Een standaard 7806 kan immers maximaal 1A stroom leveren zodat er meerdere printen parallel kunnen worden gezet voordat de maximumstroom van de 7806 wordt bereikt. Houdt hierbij wel in de gaten dat de ingangsspanning niet te hoog is. Het verschil tussen in- en uitgangsspanning maal de stroom is het vermogen dat de 7806 moet verstoken. Tot vier printen met 8888 als huisnummer moet geen probleem zijn met een 6V beltrafo. Er loopt dan een 650mA stroom. Overigens wordt de schakeling in de buitenlucht gemonteerd zodat de eventuele warmte van de 7806 ruimschoots wordt afgevoerd.

De bouw

Allereerst zal je de printen moeten (laten) maken. Voor elk cijfer in het huisnummer is een print nodig. Woon je op nummer 1, dan is het eenvoudig.

Spuit de printen aan de component zijde zwart met een spuitbusje zwarte verf. Doe dit voordat je de gaatjes boort anders lopen die weer dicht. Door de zwarte ondergrond valt het nummer



beter op in het daglicht.

Vervolgens moeten we bepalen hoeveel segmenten per cijfer moeten worden bestuckt. Je kunt dan ook bepalen hoeveel LED’s er nodig zijn. Per segment zijn vier LED’s nodig. Woon je op 8, zijn dit 7 segmenten en zijn 28 LED’s nodig. Is het huisnummer 8888 zijn er 112 LED’s nodig.

Zit er een 1 in het huisnummer gebruik je de middelste kolom anders wordt de afstand tussen het voorgaande of volgende cijfer te groot. Optisch is dat minder mooi.

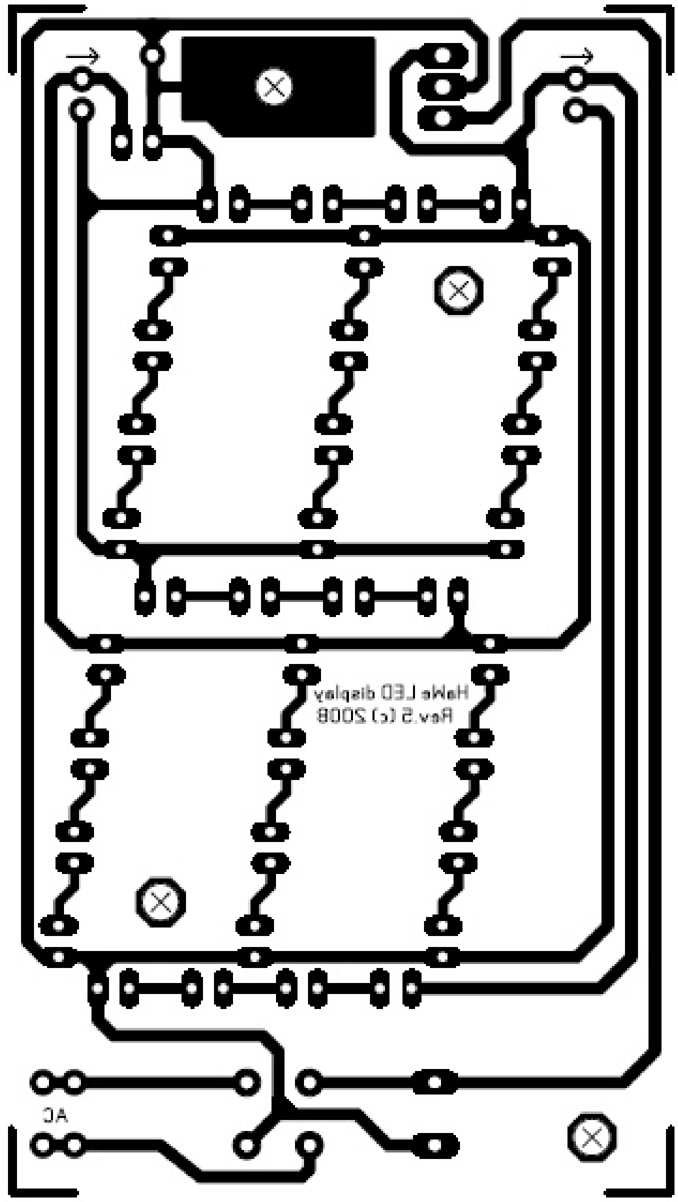
Zoals al eerder vermeld hoeft de voeding maar één maal te worden opgebouwd.

De losse printen van de verschillende cijfers worden met printheaders doorgekoppeld. Deze zitten links en recht boven op de print.

Voor de behuizing moet je de eigen creativiteit gebruiken. Ik had nog een oud fotolijstje wat bruikbaar was.



Boven: het eindresultaat.



Rechts: het printontwerp. Niet op schaal! Voor de liefhebbers op aanvraag te verkrijgen.

Voor de diehards:
De serie weerstand van een LED bereken je als volgt:
$R_{serie} = (U_V – U_{LED}) / I_{LED}$

R_{serie} = de voorschakel weerstand
U_V = de DC voedingsspanning
U_{LED} = voorwaartse spanning van de LED
I_{LED} = de stroom door de LED

Voorbeeld: 12V voeding en een rode LED (1,6V) en een stroom van 15mA door de LED

De wet van ohm: (12-1,6) / 0,02 = 693.34 ohm. We ronden de weerstandswaarde af naar de dichtstbijzijnde standaard waarde in de E12 reeks, 680 ohm.

Er loopt nu iets meer stroom door de LED dan berekend. Wil je op safe spelen gebruik je een hogere weerstandswaarde.

Bijvoorbeeld 750 ohm uit de E24 reeks of 820 ohm uit de E12 reeks. In dit geval loopt er minder stroom en zal de LED iets minder fel oplichten.

Verdieping:

LED's zijn eigenlijk stroomgestuurde diodes die, doordat er een kleine stroom doorheen loopt, licht uitzenden. Voor een normale LED geld dat deze stroom ongeveer 15mA is. Een low current LED neemt al genoegen met 2mA en voor de tegenwoordige LED verlichting (Luxeon LED) kan dit oplopen tot een 300mA per LED.

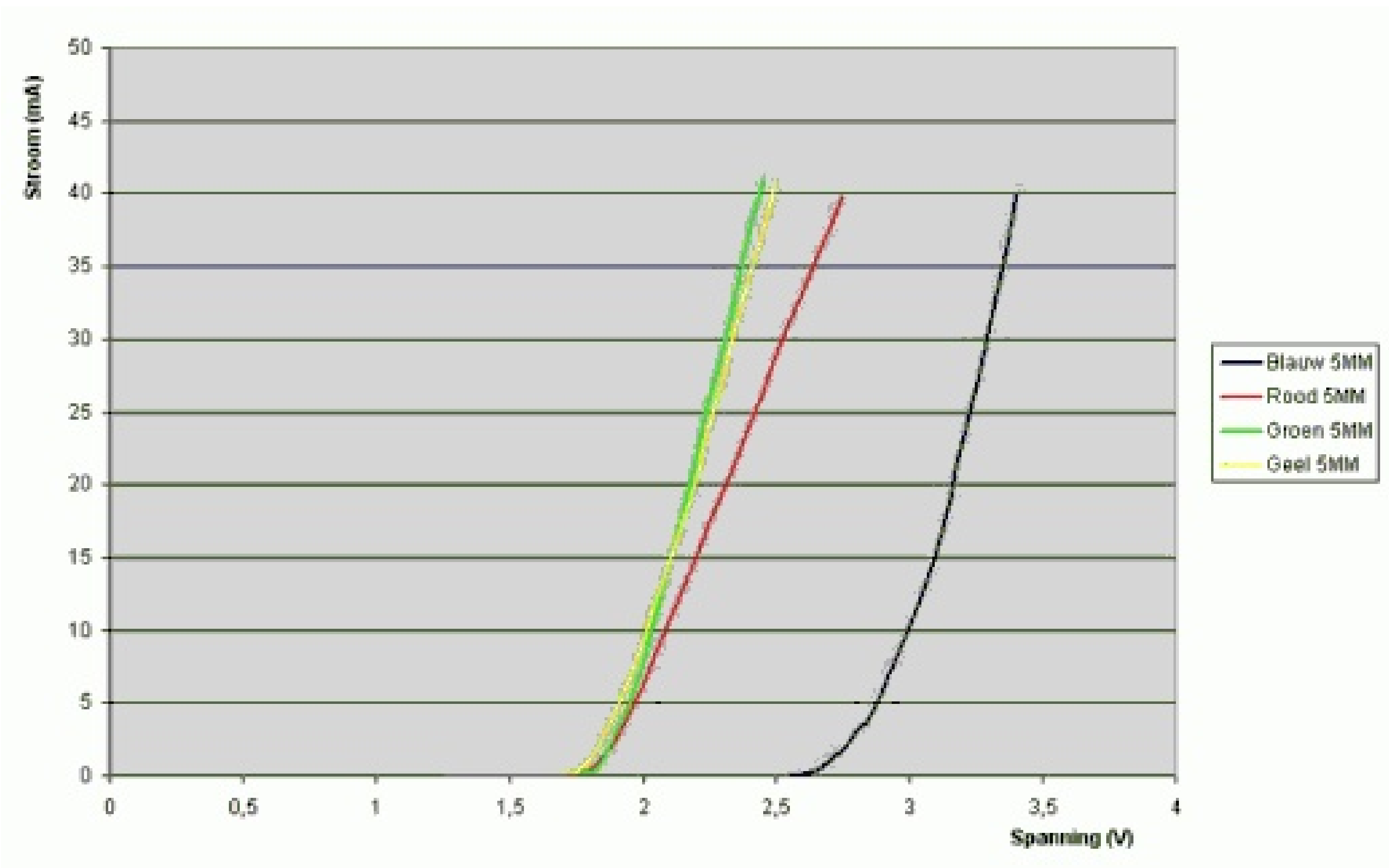
Kort samengevat kan je stellen dat doordat een LED stroom gestuurd is, zal er bij 15mA stroom door de LED een voorwaartse spanningsval over de LED optreden.

Deze spanningsval is kleurafhankelijk. Voor een rode LED is dit ±1,6V, voor een groene ±2,1V en bij een gele ±1,9V. Bij een witte of blauwe LED is deze spanning zelfs boven de 3V. De datasheet of fabrikant van de LED geeft de exacte waarden.

Een LED mag je eigenlijk nooit zonder een serie weerstand gebruiken.

In deze schakeling gebruiken we de LED's zonder serie weerstand. Omdat de spanning maar 6V (7806 spanningsregelaar) bedraagt en er vier LED's in serie staan zal er over elke LED maar 1,5V vallen. Dit is onder de specificaties van de LED's waardoor de stroom dan ook kleiner wordt.

Nadeel is dat de maximale stroom wordt bepaald door de interne weerstand van de voeding en de LED met de hoogste voorwaartse spanningsval. Hierdoor kan de lichtopbrengst per segment verschillen en moeten we de LED's selecteren uit een groot aantal. Door high efficiency LED's te gebruiken is de lichtopbrengst nog ruim voldoende.



Karakteristiek van LEDs (voorbeeld uit de datasheet van een fabrikant)